

**PLANEACIÓN ESTRATÉGICA A PARTIR DE UN ANÁLISIS ESTRUCTURAL
PROSPECTIVO APLICADO A MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DEL
SECTOR MARÍTIMO PORTUARIO.**

ANGEL MIGUEL RUIZ ZABALETA

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
MEDELLÍN
2015

**PLANEACIÓN ESTRATÉGICA A PARTIR DE UN ANÁLISIS ESTRUCTURAL
PROSPECTIVO APLICADO A MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DEL
SECTOR MARÍTIMO PORTUARIO.**

ANGEL MIGUEL RUIZ ZABALETA

TRABAJO DE TESIS PARA OTORGAR EL TÍTULO DE MAGISTER EN
INGENIERÍA

PROFUNDIZACIÓN EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

DIRECTOR DE PROYECTO

DR. PhD. ALBERTO MORA GUTIÉRREZ

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
MEDELLÍN
2015

CONTENIDO

Pág.

CONTENIDO.....	4
ILUSTRACIONES.....	7
0	PRÓLOGO 10
0.1	INTRODUCCIÓN 10
0.2	ANTECEDENTES..... 10
0.3	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA..... 14
0.4	JUSTIFICACIÓN 15
0.5	ESTRUCTURA DEL PROYECTO 16
0.6	OBJETIVOS 17
0.6.1	<i>General..... 17</i>
0.6.2	<i>Específicos 17</i>
0.6.2.1	Uno - BASES.....17
0.6.2.2	Dos-CARACTERIZACIÓN17
0.6.2.3	Tres-ANÁLISIS ESTRATEGICO17
0.6.2.4	Cuatro- PLAN DE MEJORAS.....17
0.6.2.5	Cinco - CONCLUSIONES.....17
0.7	CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO 0..... 18
1	BASES 19
1.1	OBJETIVO 1 19
1.2	INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO 1..... 19
1.3	DESARROLLO DEL CAPÍTULO 1..... 20
1.3.1	<i>Definición de Mantenimiento..... 20</i>
1.3.2	<i>Mantenimiento como un sistema..... 22</i>
1.3.2.1	Actividades de Planeación25
1.3.2.2	Actividades de Organización.26
1.3.2.3	Actividades de Control.....26
1.3.3	<i>Ciclo Deming PHVA aplicado al mantenimiento..... 32</i>
1.3.4	<i>Planeación estratégica..... 34</i>
1.3.5	<i>Estructura integral de mantenimiento..... 37</i>
1.3.6	<i>Efectividad - Indicador magno de mantenimiento 39</i>
1.3.6.1	Costo de ciclo de vida (LCC).....42
1.3.7	<i>Estructura integral de mantenimiento..... 46</i>
1.4	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 1 47
2	CARACTERIZACIÓN 49
2.1	OBJETIVO 2 49
2.2	INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO 2..... 49
2.3	DESARROLLO DEL CAPÍTULO 2..... 49
2.3.1	<i>Servicios que ofrecen los puertos en Colombia 51</i>
2.3.2	<i>Entorno tecnológico en los puertos marítimos colombianos. 53</i>
2.3.2.1.1	Grúas de área de transferencia en el muelle.....53
2.3.2.1.2	Grúas de área de patio de contenedores.....58
2.3.2.1.3	Equipos montacargas de área de patio de contenedores.....59
2.3.2.1.4	Equipos de Arrastre de área de patio de contenedores.63
2.3.2.1.5	Equipos especializados en gráneles solido.64
2.3.2.1.6	Criticidad de los equipos portuarios.66
2.3.2.1.7	Mantenimiento de Equipos Portuarios.....67

2.3.2.2	Principio Administrativo.....	67
2.3.2.2.1.1	Plan de Mantenimiento.....	69
2.3.2.3	Presupuesto de Mantenimiento por año.....	69
2.3.2.4	Estrategia de Mantenimiento para la Flota Grúas.....	69
2.3.2.5	Estrategia de Mantenimiento para la Flota Reachstackers.....	69
2.3.2.6	Estrategia de Mantenimiento para la Flota Toploaders.....	70
2.3.2.7	Estrategia de Mantenimiento para la Flota Montacargas.....	70
2.3.2.8	Estrategia de Mantenimiento para la Flota Tractocamiones.....	70
2.3.2.9	Estrategia de Mantenimiento para la Flota de Cargadores de Ruedas.....	71
2.3.2.10	Estrategia de Mantenimiento para los Equipos Estacionarios Gráneles.....	71
2.3.2.10.1.1	Programación de Mantenimiento.....	71
2.3.2.11	Programación del Mantenimiento Preventivo.....	71
2.3.2.12	Programación del Mantenimiento preventivo por condición.....	72
2.3.2.13	Reparaciones Mayores.....	72
2.3.2.13.1.1	Ejecución del Mantenimiento.....	73
2.3.2.13.1.2	Seguimiento a los Resultados.....	73
2.3.3	<i>Indicador de gestión aplicado al mantenimiento de los equipos portuarios.....</i>	74
2.3.4	<i>Caracterización del proceso de mantenimiento.....</i>	75
2.3.5	<i>Estructura organizacional y funcional de mantenimiento.....</i>	77
2.4	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 2.....	78
3	ANÁLISIS ESTRATÉGICO.....	79
3.1	OBJETIVO 3.....	79
3.2	INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO 3.....	79
3.3	DESARROLLO DEL CAPÍTULO 3.....	79
3.3.1	<i>Objetivos Específicos del proyecto aplicado.....</i>	80
3.3.1.1	Uno - Planeación estratégica de Mantenimiento.....	80
3.3.1.2	Dos - Planear la Táctica RCM de Mantenimiento.....	80
3.3.1.3	Tres – Implementar la Metodología de Inventarios MTS MTF MTO.....	81
3.3.2	<i>DIE - Diagnóstico Integral específico.....</i>	81
3.3.2.1	Realizaciones a la fecha.....	83
3.3.2.1.1	Realización de Planeación Estratégica de Mantenimiento Objetivo 1.....	83
3.3.3	<i>Instrumento ASAF.....</i>	94
3.3.3.1	Disertación tipo conferencia sobre aspectos relevantes de Mantenimiento.....	94
3.3.3.2	Construcción de variables y temas por parte de Expertos Asistentes de compañía portuaria.....	94
3.3.3.3	Foros abiertos con exposición motivada y sustentada de cada grupo con sus variables.....	96
3.3.3.4	Síntesis de las variables DIE y ASAF.....	97
3.3.4	<i>Instrumento AIC.....</i>	98
3.3.4.1	Motricidad y Dependencia.....	101
3.3.4.2	Denominación de variables.....	102
3.3.4.2.1	Motrices.....	102
3.3.4.2.2	De Reflejo o Espejo.....	102
3.3.4.2.3	Del Futuro o de Salida.....	103
3.3.4.2.4	Independientes.....	103
3.3.4.3	Mapa Directo.....	104
3.3.4.4	Mapa Indirecto.....	105
3.3.4.5	Dinamismo del sistema.....	110
3.3.4.5.1	Análisis Estructural de Impacto Cruzado.....	110
3.4	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 3.....	114
4	PLAN DE MEJORAS.....	115
4.1	OBJETIVO 4.....	115
4.2	INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO 4.....	115
4.3	DESARROLLO.....	115
4.3.1	<i>Plan Estratégico de Mantenimiento.....</i>	117

4.3.1.1	Variables Estratégicas Motrices:	117
4.3.1.1.1	Recursos Humanos – Trimestre II de 2015 - Variable 03	118
4.3.1.1.2	Información de Mantenimiento en tiempo real – Trimestre III de 2015 - Variable 11.....	118
4.3.1.1.3	Creación y puesta en marcha de Grupo Caza Fallas – Trimestre IV de 2015 – Variable 12.....	118
4.3.1.1.4	Informática datos nacionales Mantenimiento tiempo real - Trimestre I de 2016 - Variable 04	119
4.3.1.2	Variables Claves de Trabajo – Espejo o de Reflejo:	119
4.3.1.2.1	Implementar Indicadores de relación trabajos Planeados sobre no planeados - Variable 09 – Trimestre 2 de 2016.....	120
4.3.1.2.2	Desarrollar acciones de mejora derivados del análisis de costos - Variable 02 - Trimestre 3 de 2016 120	
4.3.1.2.3	Informe de mediciones y predicciones de Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad - Variable 10 -Trimestre 4 de 2016	120
4.3.1.2.4	Análisis profundo matemático, técnico, estadístico y de costos de todos los trabajos de mantenimiento - Variable 01 -Trimestre 1 de 2017.....	121
4.3.1.2.5	Planeación estratégica y programación precisa de los trabajos de mantenimiento - Variable 05 - Trimestre 2 de 2017.....	121
4.3.1.2.6	Costos mantenimiento correctivos, preventivos y predictivos - Variable 13 -Trimestre 3 de 2017 ...	122
4.3.1.2.7	Adquisición de herramientas e instrumentos avanzados para mejores análisis predictivos - Variable 16 -Trimestre 4 de 2017	122
4.3.1.3	Variables Del Futuro o de Salida:	124
4.3.1.3.1	Cantidades que se piden de repuestos se basan en el EOQ Tamaño Lote Óptimo - Variable 07 - Trimestre 1 de 2018.....	124
4.3.1.3.2	Sistemas de Inventarios en la compañía portuaria analizada	124
4.3.1.3.3	Garantizar que no existan agotados ni excesos - Variable 06 -Trimestre 2 de 2018	124
4.3.1.3.3.1	Realización Entrenamiento Inventarios	125
4.3.1.4	Variables Inertes o Independientes	125
4.4	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 4	129
5	CONCLUSIONES	131
5.1	OBJETIVO 5	131
5.2	DESARROLLO	131
5.2.1	<i>Estado futuro</i>	<i>132</i>
6	BIBLIOGRAFIA.....	135
7	GLOSARIO – ÍNDICE ALFABÉTICO	141

ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1 - Evolución del movimiento portuario Colombiano 2002 - 2012</i>	12
<i>Ilustración 2 - Evolución del tráfico Portuario entre 2012 al 2014</i>	12
<i>Ilustración 3 - Secuencia logística de objetivos</i>	18
<i>Ilustración 4 - Avance en el capítulo 1</i>	19
<i>Ilustración 5 - Relación entre los objetivos organización, producción y mantenimiento</i>	21
<i>Ilustración 6 - Diagrama de proceso típico de una empresa del sector Marítimo</i>	22
<i>Ilustración 7 - Sistema típico de mantenimiento</i>	23
<i>Ilustración 8 - Estructura sistémica, organizacional y funcional de mantenimiento</i>	24
<i>Ilustración 9 - Enfoque Sistémico Integral Kantiano de Mantenimiento Estratégico</i>	24
<i>Ilustración 10 - Sistema Integrado Ingeniería de Fábricas: Mantenimiento–Máquinas–Producción</i>	25
<i>Ilustración 11 - Deber Ser Funciones Relaciones Secuencia Lógica - Fines intermedios y último</i> ..	28
<i>Ilustración 12 - Alcance del futuro mediante procesos de cambio en el tiempo y el espacio</i>	29
<i>Ilustración 13 - Controles a procesos de mantenimiento, inventarios y planeación prospectiva</i>	30
<i>Ilustración 14 - Control de los Inventarios. RCM Planeación</i>	31
<i>Ilustración 15 - Sistema típico de mantenimiento</i>	33
<i>Ilustración 16 - Elaboración moderna de estrategias decisionales y futurísticas</i>	35
<i>Ilustración 17 - Elaboración de las estrategias corporativa y tecnológica</i>	35
<i>Ilustración 18 - Pasos de la planeación estratégica tecnológica</i>	36
<i>Ilustración 19 - Elementos estructurales de ingeniería de fábricas</i>	38
<i>Ilustración 20 - Efectividad - LCC - Gestión de Activos - C M D K</i>	39
<i>Ilustración 21 - Actores de Mantenimiento</i>	40
<i>Ilustración 22 - Proceso y pasos que conlleva Terotecnología</i>	43
<i>Ilustración 23 - Estrategia de la Terotecnología</i>	43
<i>Ilustración 24 - Niveles y subdivisiones, base del ASAF</i>	44
<i>Ilustración 25 - Elementos del instrumento ASAF</i>	44
<i>Ilustración 26 - Principios básicos de mantenimiento</i>	46
<i>Ilustración 27 - Estructura sistémica, organizacional y funcional de mantenimiento</i>	47
<i>Ilustración 28 - Avance en el capítulo 2</i>	49
<i>Ilustración 29 - Infraestructura y equipos relevantes en Puertos</i>	50
<i>Ilustración 30 - Servicios prestados por tipo de carga Terminal Marítimo de Buenaventura</i>	51
<i>Ilustración 31 - “Ship to Shore Gantry Crane” también denominada grúas pórticos</i>	54
<i>Ilustración 32 - “Mobile Harbour Crane” grúas móvil</i>	54
<i>Ilustración 33 - Harbour Portal Crane</i>	55
<i>Ilustración 34 - Fixed Cargo Crane</i>	55
<i>Ilustración 35 - Travelling Cargo Crane</i>	56
<i>Ilustración 36 - Crawler Crane</i>	56
<i>Ilustración 37 - Wide Span Gantries</i>	57
<i>Ilustración 38 - Rubber Tyred Gantry Crane</i>	58
<i>Ilustración 39 - Rail Mounted Gandry Crane</i>	58
<i>Ilustración 40 - Carretilla pórtico o straddle carrier</i>	59
<i>Ilustración 41 - Montacargas de área de patio de contenedores</i>	59
<i>Ilustración 42 - Reach stacker</i>	60
<i>Ilustración 43 - Top loaders</i>	61
<i>Ilustración 44 - Montacargas (Forklift)</i>	63

<i>Ilustración 45 - Estructura organizacional y funcional de mantenimiento</i>	<i>78</i>
<i>Ilustración 46 - Avance en el capítulo 3</i>	<i>79</i>
<i>Ilustración 47 - Cronograma propuesto y desarrollado</i>	<i>80</i>
<i>Ilustración 48 - DIE Tópicos y Áreas</i>	<i>81</i>
<i>Ilustración 49 - Elementos estructurales de ingeniería de fábricas</i>	<i>84</i>
<i>Ilustración 50 - Participantes en DIE</i>	<i>84</i>
<i>Ilustración 51 - DIE Tópicos – Área – Cantidad de Cuestionamientos por áreas</i>	<i>85</i>
<i>Ilustración 52 - Resultados DIE en Tópicos</i>	<i>91</i>
<i>Ilustración 53 - Radar de Tópicos Resultados a Mejorar</i>	<i>92</i>
<i>Ilustración 54 - Tópicos y Variables críticas susceptibles de mejora de mantenimiento</i>	<i>93</i>
<i>Ilustración 55 - Grupos Mantenimiento Operación ASAF</i>	<i>95</i>
<i>Ilustración 56 - Variables adicionales DIE relevantes de ASAF</i>	<i>96</i>
<i>Ilustración 57 - Variables relevantes insumos al AIC</i>	<i>97</i>
<i>Ilustración 58 - Instrumento Prospectivo Estratégico aplicado Compañía portuaria 2 - MIC MAC - AIC</i>	<i>99</i>
<i>Ilustración 59 - Matriz Promedio AIC</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 60 - Matriz Booleana de ceros y unos Promedio AIC</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 61 - Matriz Directa de Ceros y Unos - Motricidad y Dependencia</i>	<i>102</i>
<i>Ilustración 62 - Ubicación de Variables</i>	<i>103</i>
<i>Ilustración 63 - Valores Directos de Motricidad y Dependencia</i>	<i>104</i>
<i>Ilustración 64 - Mapa Arquitectónico Directo</i>	<i>105</i>
<i>Ilustración 65 - Prueba de estabilidad en Motricidad en el tiempo infinito</i>	<i>106</i>
<i>Ilustración 66 - Prueba de estabilidad en Dependencia en el tiempo infinito</i>	<i>107</i>
<i>Ilustración 67 - Valores Indirectos de Motricidad y Dependencia</i>	<i>108</i>
<i>Ilustración 68 - Mapa Arquitectónico Indirecto Válido para la toma de decisiones futuras</i>	<i>109</i>
<i>Ilustración 69 - Dinamismo de las variables entre Directo e Indirecto</i>	<i>110</i>
<i>Ilustración 70 - Secuencia lógica estratégica temporal de aplicación VCM</i>	<i>110</i>
<i>Ilustración 71 - Tablero de Poderes P.F. de Ténrière-Buchot</i>	<i>111</i>
<i>Ilustración 72 - Tablero de Influencias de Lefebvre</i>	<i>113</i>
<i>Ilustración 73 - Estado de Avance Capítulo 4</i>	<i>115</i>
<i>Ilustración 74 - Variables Grupos (4)</i>	<i>116</i>
<i>Ilustración 75 - Mapa Arquitectónico Indirecto Válido para la toma de decisiones futuras</i>	<i>116</i>
<i>Ilustración 76 - Valores de Motricidad y Dependencia de las Variables Claves de Mantenimiento</i>	<i>117</i>
<i>Ilustración 77 - Valores de Dependencia y Motricidad de las variables Espejo (amarillo)</i>	<i>119</i>
<i>Ilustración 78 - Condición mínima de RCM un Beta superior a 3.44</i>	<i>123</i>
<i>Ilustración 79 - Personas - Cargos - Ciudad - Inventarios</i>	<i>125</i>
<i>Ilustración 80 - Variables Inertes o Independientes</i>	<i>125</i>
<i>Ilustración 81 - Pasos completos del proyecto Objetivo Inventarios</i>	<i>127</i>
<i>Ilustración 82 - Avance del proyecto a la fecha</i>	<i>128</i>
<i>Ilustración 83 - Cronograma cumplido entrenamientos</i>	<i>128</i>
<i>Ilustración 84 - Variables Claves de Éxito a realizar en Mantenimiento</i>	<i>129</i>
<i>Ilustración 85 - Pasos de la planeación estratégica tecnológica</i>	<i>131</i>
<i>Ilustración 86 - Alcance del futuro mediante procesos de cambio en el tiempo y el espacio</i>	<i>132</i>
<i>Ilustración 87 - Elementos y pasos en la planeación estratégica tecnológica a partir del futuro</i>	<i>133</i>
<i>Ilustración 88 - Aspectos básicos que debe cumplir un método futurístico o su conjunto integral .</i>	<i>134</i>

0 PRÓLOGO

0.1 INTRODUCCIÓN

El trabajo Planeación estratégica a partir de un análisis estructural prospectivo *aplicado al área de mantenimiento* en una empresa del sector marítimo portuaria se elaboró con el fin de emplear una metodología prospectiva que permitirá identificar la situación actual y futura de la gestión de mantenimiento de una empresa en éste importante sector. De esta manera se formalizó un escenario de posibles soluciones relacionados con planeación estratégica de mantenimiento de equipos e infraestructura portuaria.

En este trabajo se identifican los asuntos de potencial importancia, susceptibles de mejora en el tiempo de mediano y corto plazo, los mayores problemas y deficiencias del sistema de gestión de mantenimiento lo que permite generar un plan estratégico para su mejoramiento y proyecciones a futuro.

0.2 ANTECEDENTES


Aquí se presentan varios estudios efectuados en los últimos años, cada unos con aportes importantes para el entendimiento de porque y como se podrían evaluar el nivel de gestión estratégica aplicado a áreas mantenimiento e infraestructura en empresa del sector Marítimo Portuaria.

Los puertos a nivel mundial son de vital importancia para el comercio y del desarrollo sostenible de un país. Sin duda, Colombia es uno de los países catalogado como un excelente candidato para impulsar el comercio internacional y su crecimiento económico en la industria marítima.

Según el Foro Económico Mundial 2014 - 2015 Colombia avanzó del puesto 69 al 66 en el escalafón de competitividad, con un desempeño sobresaliente del ambiente macroeconómico, por su estabilidad, pero muy atrás en la calidad de las instituciones, infraestructura, educación, en otros. (ElTiempo@, 2015)

Los sistemas de logística modal de puertos marítimos y pluviales, son el epicentro de desarrollo de muchas regiones del mundo.

Ilustración 1 - Latin America Top 10 -The Global Competitiveness Report 2014 – 2015.

	Latin America Top 10	
	The Global Competitiveness Index 2014-2015	Global rank*
Chile		33
Panama		48
Costa Rica		51
Brazil		57
Mexico		61
Peru		65
Colombia		66
Guatemala		78
Uruguay		80
El Salvador		84
Source: The Global Competitiveness Report 2014-2015		
Note: * 2014-2015 rank out of 144 economies		

(Economies, 2015)

Sin embargo, la estructura de los Puertos Marítimos refleja que el país no está apto para asumir los compromisos actuales y para lo que viene en un futuro, luego de los convenios adquiridos con países como: Estados Unidos, Israel, Canadá, países asiáticos y, en la Alianza del Pacífico (México, Colombia, Perú y Chile), entre otros. (REPOSITORY.UROSARIO@)

Existe una relación positiva entre el comercio exterior y tráfico portuario, si se mira por ejemplo el 2012, a través de los puertos colombianos se movilizaron, en total, 174 millones de toneladas (Ver Figura 2). Esta cifra representó no solo un crecimiento del 3,1% frente al año 2011, sino un crecimiento anual promedio para los últimos 6 años de 9,5%, una tasa de crecimiento incluso superior a la del PIB colombiano.

Ilustración 1 - Evolución del movimiento portuario Colombiano 2002 - 2012

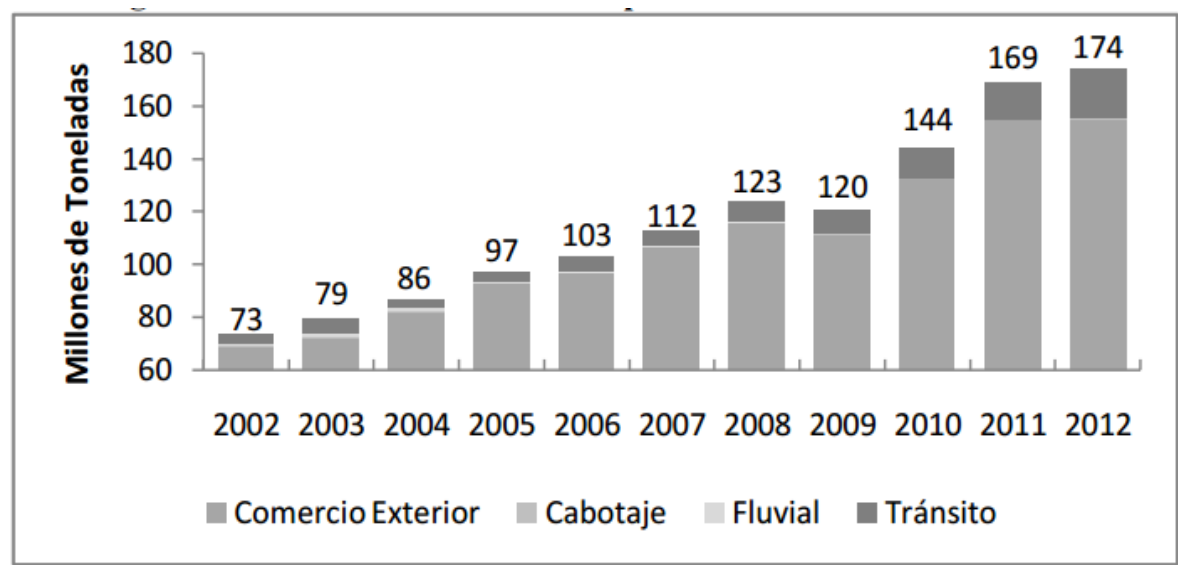
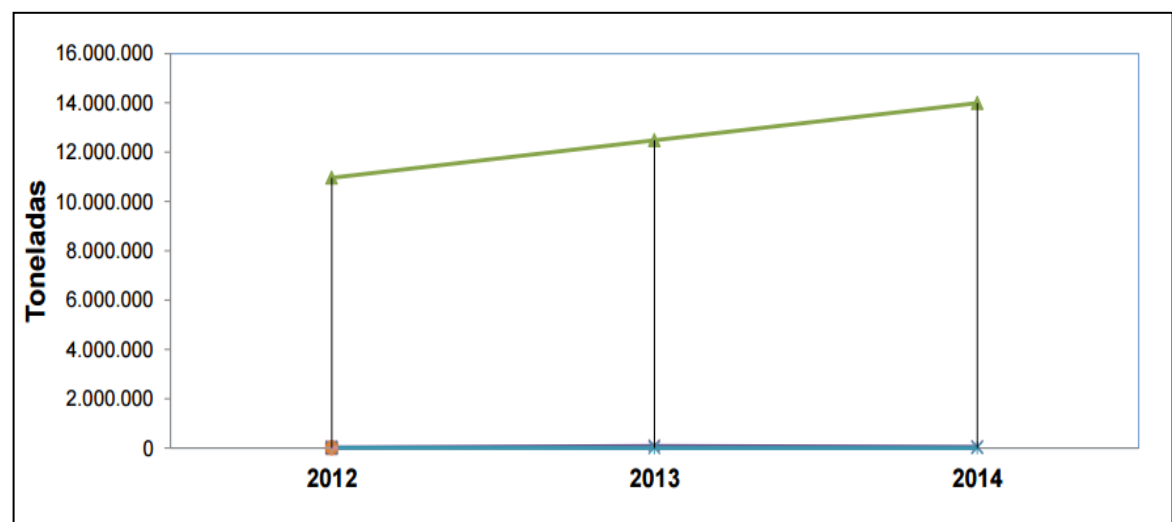


Ilustración 2 - Evolución del tráfico Portuario entre 2012 al 2014



(SIPTC@, 2015)

Frente a este escenario es sumamente importante que el país prevea y tenga a su disposición, la infraestructura portuaria y tecnológica idónea que permita la exportación e importación. Por ende los requerimientos de infraestructura (Mantenimiento de equipos e infraestructura Portuaria) constituyen una prioridad del orden nacional. (Superintendencia de Puertos y Transporte, 2014)

La Asociación Colombiana de Ingenieros ACIEM con el apoyo de la Comisión de Mantenimiento & Mecánica, desarrolló investigaciones del Estado del Arte del Mantenimiento en Colombia, con el fin de conocer la manera como las empresas aplican las prácticas de Ingeniería en el campo del Mantenimiento a nivel de: gestión, costos y formación. (ACIEM, , 2009)

Este estudio muestran un panorama del estado del mantenimiento y la evolución entre los años 1990 a 2008 en sectores como energía eléctrica, petróleo, gas, carbón y minería, Telecomunicaciones, Bebidas y alimentos, Siderúrgicas, Servicios públicos, Automotriz, Servicios de Ingeniería, Servicios de Mantenimiento. No obstante el sector Marítimo Portuario no registra información histórica del estado del mantenimiento que permita que las empresas del sector se comparen, obligando a este sector aplicar estrategias adaptadas a sus necesidades, así como también de actividades enfocadas al desarrollo de planes estratégicos.

En relación con lo anterior es preciso tomar en cuenta que se ha hecho en otros sectores industriales, en lo que respecta a metodologías estandarizadas y aplicadas con éxito.

El experto Daniel Delgado, profesor de Mantenimiento de la Universidad Autónoma del Caribe, en su trabajo de tesis de Magister de Ingeniería, con título de Análisis estructural de impactos cruzados MIC MAC aplicado a Mantenimiento, plantea que encontrar las variables claves para el éxito de la gestión de mantenimiento, es un aporte de gran ayuda, porque permite concentrarse en lo vital e importante, con el fin de ser estratégico y disminuir los esfuerzos en lo que no es importante o trivial. Así mismo se plantea que conocer estas variables facilita la planeación, programación y ejecución de mejoras, la realización de cambios en el departamento de mantenimiento; permite definir con mayor certeza los presupuestos, las capacitaciones, las mejoras tecnológicas, los repuestos críticos, el cambio de equipos y los nuevos proyectos dentro de la empresa es decir lograr predecir el futuro (Delgado, 2014).

Por otro lado, en el trabajo de tesis Edgar Mejía (MEJÍA, 2014) “Aproximación a plan estratégico de Mantenimiento en sector eléctrico a cinco años vista.” expresa que la necesidad de abordar el tema de Ingeniería de Fábricas (Operación & Mantenimiento & Calidad) de una manera tecnológica, con herramientas prospectivas fuertes permiten plantear nuevos modelos de organización y manejo del futuro por predicciones colaborativas CPFR (CPFR@, 2008) del mantenimiento.

En síntesis, el trabajo aborda el estado futuro deseado y desconocido de mantenimiento, en la compañía portuaria analizada a través de la utilización de técnicas predictivas y perspectivas, de manera combinada, lo que garantiza el éxito del Plan Estratégico que se logre constituir, con las diversas herramientas futurísticas y los diferentes métodos numéricos del futuro.

0.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Mejorar la infraestructura y los servicios marítimos es una de las prioridades que se han impuesto el Gobierno y el sector privado para los próximos 12 años, con el fin de incrementar la productividad y la competitividad del país en el comercio internacional. (REVISTADELOGISTICA@, 2015). Es por eso que los procesos de Operaciones (producción) y los procesos de apoyo como Mantenimiento, Inventario, Compras deben trabajar bajo un mismo enfoque, que permita optimizar la rentabilidad y garantizar la fluidez en el proceso.

De esta manera el proceso de mantenimiento de una empresa del sector Marítimo Portuario tiene un importante reto con la productividad y competitividad que demanda nuevos mercados, donde se deberá alinear su estrategia con la de la compañía en aras de tener control de los problemas actuales, enfrentando con ello el futuro con madurez y confianza bajo un enfoque estratégico claramente definido.

Así mismo, los controles gerenciales deben apuntar a las metas definidas, a los procesos establecidos y a las estrategias que se plantean, lo cual hace que las empresas descubran nuevas oportunidades de mercado, mantenimiento y producción al integrar todos los recursos con las decisiones estratégicas. (Mora, 2009); Bajo ese orden de ideas, surge un cuestionamiento en base a la definición de cuáles deben ser las variables claves en un departamento de mantenimiento, que al manipularlas y ser objeto estudio, tengan incidencia a futuro para el cumplimiento de los respectivos objetivos estratégicos.

Lo anterior con el propósito de responder la pregunta principal de este trabajo:

¿Cómo se puede evaluar la gestión de mantenimiento de forma que nos permita trazar la ruta de optimización de un proceso de planeación estratégica en el área de Mantenimiento e infraestructura como modelo a seguir para el mejoramiento de la industria portuaria colombiana?

0.4 JUSTIFICACIÓN

Colombia cuenta con puertos marítimos ubicados estratégicamente en diferentes ciudades del país, donde la infraestructura juega un papel fundamental para competitividad y el crecimiento económico del país. Sin embargo, Una de las mayores barreras con la que se enfrenta el sector de puertos es con el rezago en las áreas de infraestructura y tecnología.

El Consejo Nacional de Política Económica y Social CONPES, el cual es un ente de asesorías al gobierno en materia de desarrollo socio-económico, que dentro de sus estudios e investigaciones ha realizados trabajos y/o documentos como el CONPES 3342, que plantean propuestas para las mejoras en este ámbito, enfocados a la competitividad del país a través de implementaciones de estrategias orientadas hacia la mejora de los servicios portuarios.

En la medida que se tomen y ejecuten acciones que permitan un desarrollo eficiente de las actividades dentro de los puertos, como es el caso de Mantenimiento, de esa misma forma permite integrar la cadena logística y todas las operaciones inherentes en ellas que impactan en los objetivos corporativos y a su vez del sector.

Bajo ese orden de ideas, la ejecución de este trabajo va permitir mostrar un escenario futurista desde la óptica de la práctica, los elementos teóricos propios y necesarios para medir y plantear las acciones pertinentes que requiere el área de Mantenimiento en empresas del sector portuario. En últimas, este estudio pretende generar soluciones puntuales a este elemento fundamental del objeto de investigación y análisis

Desde el punto de vista metodológico, se estarían estableciendo un conjunto de directrices que permitirían orientar, formular y establecer métodos prospectivos futurísticos de mediano y largo plazo, que ayudaran a identificar las variables claves que se requieren intervenir en mantenimiento, dichas variables de gran influencia y decisión para obtener cambios orientados al futuro. A nivel de la praxis, este trabajo viene a representar una oportunidad importante para el área de mantenimiento, de abordar con precisión la aplicación de los instrumentos

prospectivos futurístico al objeto de estudio, garantizara la estrategia a seguir en la gestión de Mantenimiento.

Los instrumentos prospectivos ofrecen múltiples posibilidades en su desarrollo, el éxito estriba en la selección de los mismos y en su lógica secuencial, pues se pueden lograr diversas situaciones, con las diferentes combinaciones.

El aporte de este trabajo, se encuentra en el hecho de que a través de su ejecución, se abren las posibilidades de mejoramiento de los procesos de Mantenimiento recurriendo a la aplicación de métodos a la ingeniería de fábricas que se basan en identificar las variables claves para el éxito de la gestión de mantenimiento, es un aporte de gran ayuda, porque permite enfocar los esfuerzos a lo importante o relevante y menos esfuerzo a lo de baja relevancia.

0.5 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

El proyecto se desenvuelve con un primer objetivo y capítulo que describe los fundamentos básicos de mantenimiento y los parámetros claves del funcionamiento de la empresa, que propenden las variables claves de éxito futuras más adelante.

El capítulo dos aporta y caracteriza las variables base del desarrollo, pertinentes e influyentes en el mantenimiento del mismo proceso.

El tercer capítulo permite realizar determina, encuentra y categoriza las variables claves de éxito de mantenimiento en el tiempo, con las tres metodologías prospectivas y técnicas combinadas y entrelazadas entre sí.

El cuarto objetivo y capítulo, describe el análisis específico de cada variable motriz, espejo, del futuro y las claves en el proceso futuro de mantenimiento en la empresa portuaria, en cada etapa y su influencia en las demás; analiza el contexto global requerido y la secuencia lógica esperada, con análisis propios y especiales del caso.

El quinto capítulo resume los principales hallazgos del proyecto constituido.

0.6 OBJETIVOS

0.6.1 General

Desarrollar un plan estratégico futurístico y de evaluación del nivel gestión y operación del mantenimiento en la empresa Portuaria aplicando las metodologías prospectivas y técnicas ASAF¹, DIE² y AIC³ con el fin de saber la condición actual.

0.6.2 Específicos

0.6.2.1 *Uno - BASES*

Describir los fundamentos claves para determinar el nivel estratégico del proceso de mantenimiento en una empresa del sector portuario colombiano- Nivel 1 – Conocer.

0.6.2.2 *Dos-CARACTERIZACIÓN*

Caracterizar estratégicamente el mantenimiento de la empresa portuaria, describiendo las actividades críticas e influyentes de su proceso. Nivel 2 - Comprender

0.6.2.3 *Tres-ANÁLISIS ESTRATEGICO*

Realizar el análisis del nivel estratégico de mantenimiento en la empresa portuaria mediante las metodologías ASAF, DIE y AIC. Nivel 3 - Aplicar

0.6.2.4 *Cuatro- PLAN DE MEJORAS*

Establecer un conjunto coherente de estrategias relevantes de un Plan de Mantenimiento, con mejoras impactantes a partir del análisis estructural prospectivo. Nivel 4 - Analizar

0.6.2.5 *Cinco - CONCLUSIONES*

Esbozar los principales resultados obtenidos

¹ ASAF - Análisis de Situación Actual y Futura, se realiza con metodología abierta y estructurada de múltiples tópicos de los cuatro niveles kantianos del mantenimiento (Mora, 2011).

² DIE - Diagnóstico Integral y Específico, toma como base la Metodología Flash Audit, mejorada.

³ AIC – Análisis futurístico prospectivo de Impacto Cruzado – Basado en la Metodología MIC MAC - La metodología de análisis estructural prospectivo de impactos cruzados MIC MAC, adquiere su gran divulgación entre 1972 y 1974, su sigla MIC MAC se explica como - Matrice d'Impacts Croisés - Multiplication Appliquée a un Classement - Matriz de Impacto Cruzado con Multiplicación Aplicada a una Clasificación de variables en un sistema Cerrado (Godet, 1993) (Duperrin y otro, 1973).

Ilustración 3 - Secuencia logística de objetivos



0.7 CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO 0

Este capítulo parte de la importancia de entender las necesidades a nivel nacional de desarrollar el sector marítimo portuario y describe la problemática que el sector enfrenta. Se vislumbra la necesidad urgente en mejorar los aspectos de infraestructura portuaria. Es allí donde mantenimiento como proceso de apoyo logístico a la producción, requiere la optimización de estos esfuerzos.

El capítulo explica la arquitectura del proyecto, resume los pasos que se siguen en el desarrollo del mismo, con el propósito que el lector tenga unas bases claras que le permiten entender la organización, el alcance, la justificación, los objetivos, las bases teóricas, el desarrollo y finalmente las conclusiones, de tal forma que se facilite plenamente su comprensión.

1 BASES

1.1 OBJETIVO 1

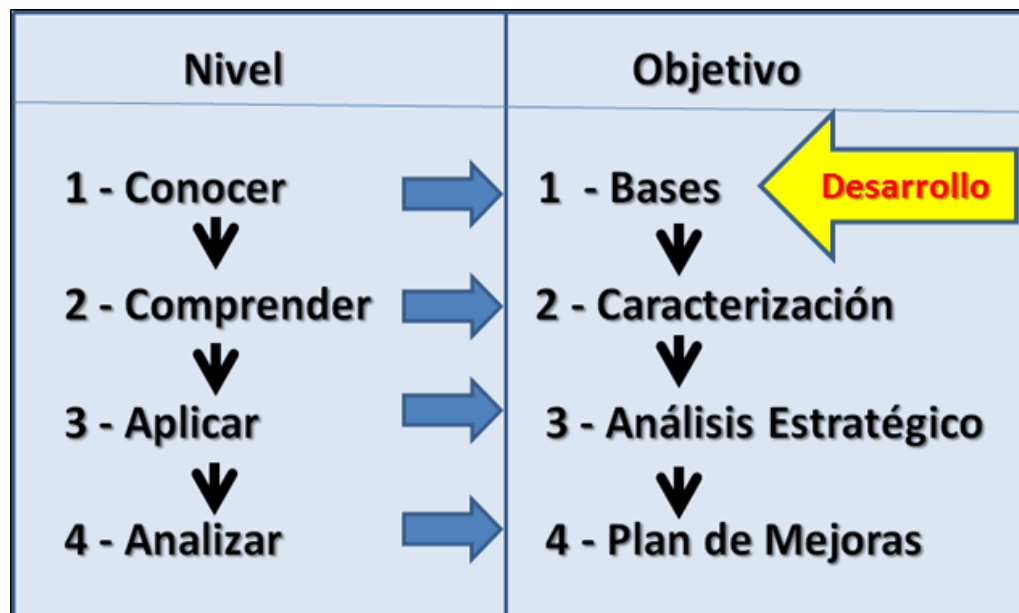
Describir los fundamentos claves para determinar el nivel estratégico del proceso de mantenimiento en una empresa del sector portuario colombiano- Nivel 1 – Conocer.

1.2 INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO 1

Si bien, este trabajo involucra un proceso de diagnóstico desde una óptica macro del sistema en estudio (mantenimiento), donde se dará lugar a la aplicaciones de Instrumentos efectivos para la definición de estrategias y tácticas en el campo de dicho sistema, será indispensable revisar los conceptos alrededor de la gestión de mantenimiento, así como el enfoque que integra todas las áreas entorno al objeto que las ocupa, es decir, las máquinas y/o sistemas productivos en general.

Este capítulo muestra además de estos conceptos, los métodos de predicción CMD, sus características principales, los aspectos que los diferencian, los casos en que se aplica cada uno de ellos, la manipulación de los datos y los pasos para pronosticar el comportamiento de un sistema.

Ilustración 4 - Avance en el capítulo 1



1.3 DESARROLLO DEL CAPÍTULO 1

La descripción de los conceptos que enseña este capítulo es una fundamentación básica para comprender los cálculos que se desarrollan en capítulos posteriores.

1.3.1 Definición de Mantenimiento

El mantenimiento se define como las combinaciones de actividades mediante las cuales un equipo o sistema se mantiene o se restablece a un estado en que pueda realizar las labores designadas (DUFFUAA, 2000), donde su principal actividad es sostener la funcionalidad de los equipos y el buen estado de las maquinas a través del tiempo (Mora, 2009).

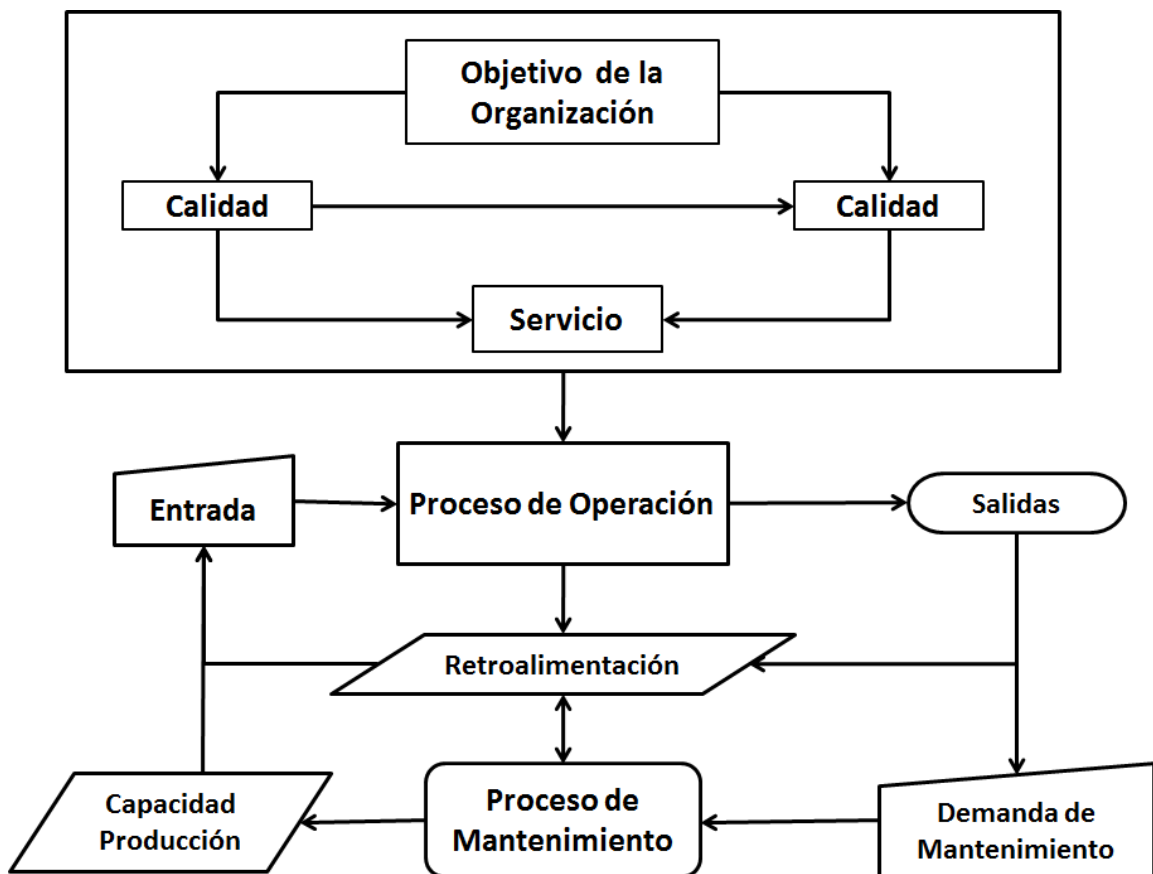
Cuando se dispone a mantener algo, ¿Cuál es el estado existente que deseamos preservar y su nivel de relevancia a lo largo del tiempo? La respuesta a esa pregunta está dada por el hecho de que todo activo físico es puesto en funcionamiento porque alguien quiere que haga y/o realice algo, es decir, se espera que cumpla una o varias tareas específicas para el logro de algún objetivo final. Por ende, al mantener un activo, el estado que debemos preservar es aquel en el que continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga (MOUNBRAY, 2004).

Por otro lado, según la norma UNE EN 13306 publicada por la Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR, el mantenimiento es la Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y gerenciales durante el ciclo de vida de un elemento con el fin de mantenerlo, o restaurarlo, a un estado en el cual pueda desempeñar la función requerida (UNE-EN-13306, 2002). Así mismo, al ser mantenimiento un área funcional de apoyo al área de producción de una empresa, desempeña un rol diferente al que se ha querido interpretar, debido que al pertenecer a un campo de servicio, su estructura es muy diferente al de la unidad operativa que genera bienes y/o servicios, por lo cual sus característica son de apoyo y como tal debe manejarse con un enfoque logístico (Mora, 2007).

Los objetivos de mantenimiento son de apoyo logístico para que el área de producción (operaciones para una empresa de servicio) de la compañía pueda cumplir su función. En la ilustración 5 que a continuación se referencia, se muestra la relación que existe entre los objetivos de la organización, el proceso de producción y el mantenimiento como un sistema integrado de entradas, retroalimentación y salidas; se observa que producción tiene una entrada (como por ejemplo insumos, mano de obra etc.) y la convierte en producto o servicios

que satisfacen las necesidades de los clientes. Los productos terminados o los servicios prestados son las principales salidas, pero además existen otras salidas como los defectos o fallas de una máquina que alimenta la demanda de Mantenimiento; Es allí donde el proceso de mantenimiento toma esta entrada y le agrega distintos recursos fundamentales para la correcta operación y cumplimiento oportuno de las necesidades finales, como lo son el recurso humano, recurso tiempo, recurso material y recurso intelectual, lo cual genera en su salida una maquina en buenas condiciones funcionales con capacidad de producción sin generar limitaciones y contratiempos en dicho proceso.

Ilustración 5 - Relación entre los objetivos organización, producción y mantenimiento



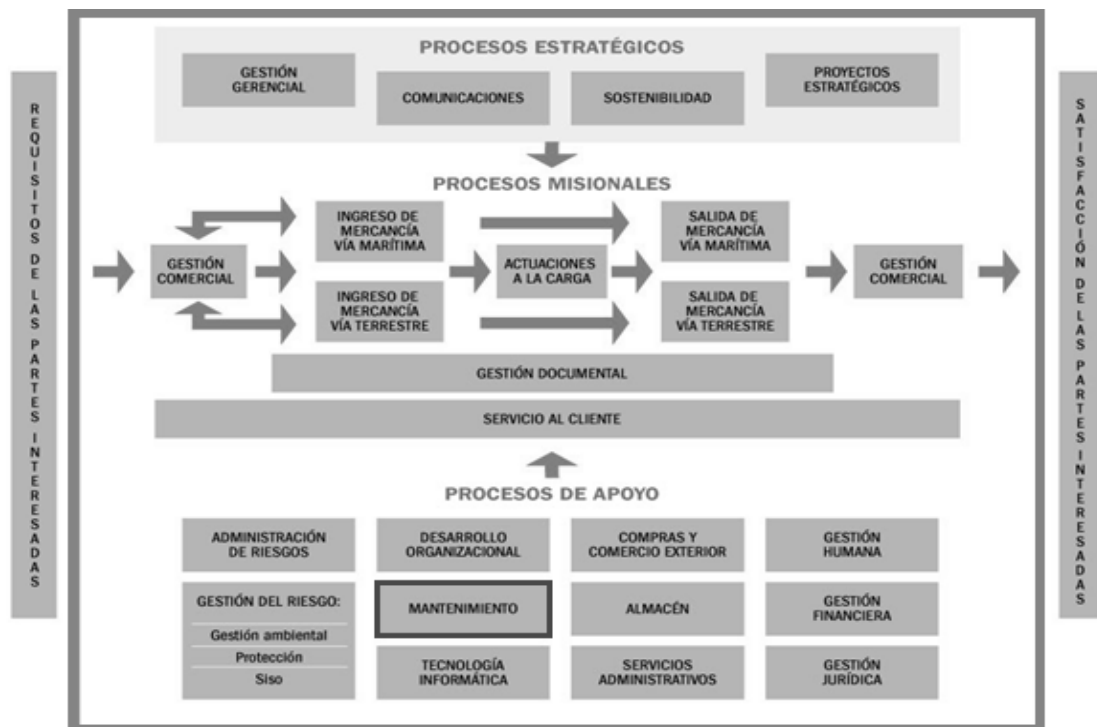
(DUFFUAA, 2000).

De todo el conocimiento e información traído a colación previamente, se sintetiza que el mantenimiento visto como un sistema integral, es un conjunto de actividades coordinadas orientadas a un mismo propósito, siendo el apoyo ideal y efectivo para el logro de los objetivos de producción (Proceso de operaciones), distribución o aprovisionamiento (cadena completa del *supply chain*); es decir los

sistemas de mantenimiento participan a la principal meta de la compañía con el hecho de contribuir con equipos en condiciones óptimas que generen una capacidad de producción competente.

A continuación se muestra un diagrama de proceso típico de una empresa del sector marítimo portuario, donde se puede evidenciar que mantenimiento juega un rol como proceso de apoyo.

Ilustración 6 - Diagrama de proceso típico de una empresa del sector Marítimo



(COMPAS, 2015).

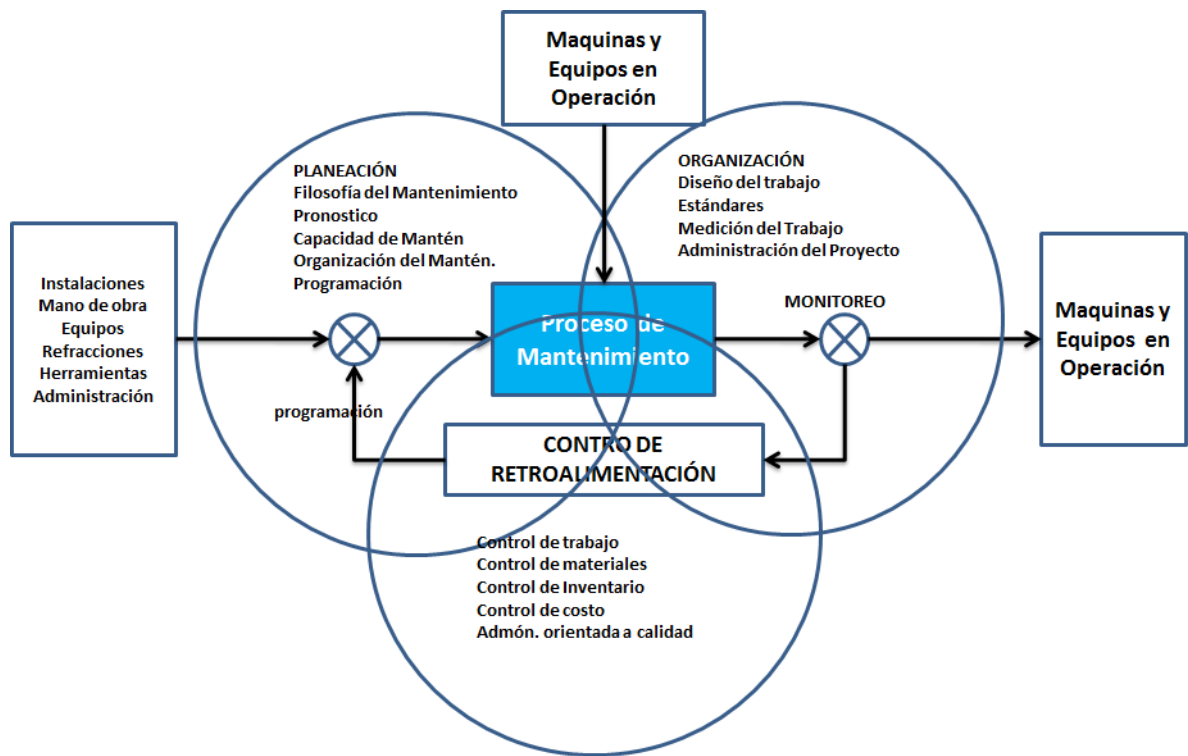
1.3.2 Mantenimiento como un sistema

Según la Real Academia Española define sistema (del latín *systema*, y del griego. *σύστημα*) como un conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí ó conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto. (RAE@, 2014).Bajo ese lineamiento, mantenimiento visto como un sistema es un conjunto de reglas y principios aplicados a los activos fijos de una empresa con el objetivo de preservar su funcionalidad a través del tiempo. Esta definición nos lleva a entender el rol que juega mantenimiento como un proceso que tiene entradas y salidas, donde sus

entradas se destacan las instalaciones, los equipos, los repuestos, las herramientas, el recurso humano, los principios y teorías administrativas de gestión etc. Y en su respectivo proceso de salida hay instalaciones y/o máquinas con capacidad productiva.

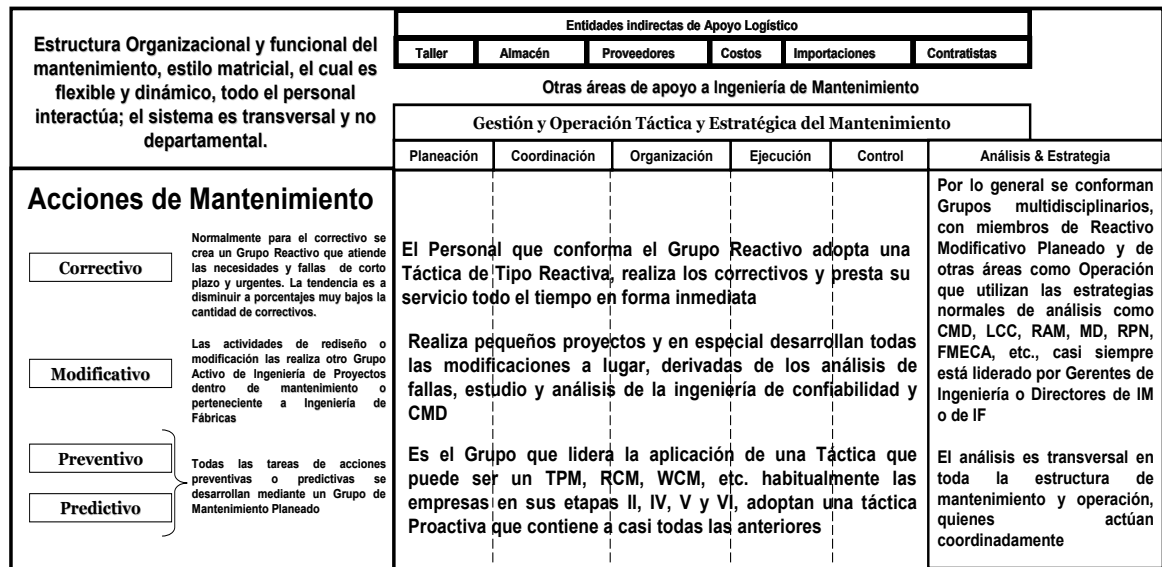
DUFFUAA dice que para que un sistema de mantenimiento sea funcional debe cumplir con una planeación, organización y control a fin de incrementar sus salidas y lograr la mejor utilización de los recursos (DUFFUAA, 2000), demostrado ilustrativamente en la siguiente gráfica:

Ilustración 7 - Sistema típico de mantenimiento



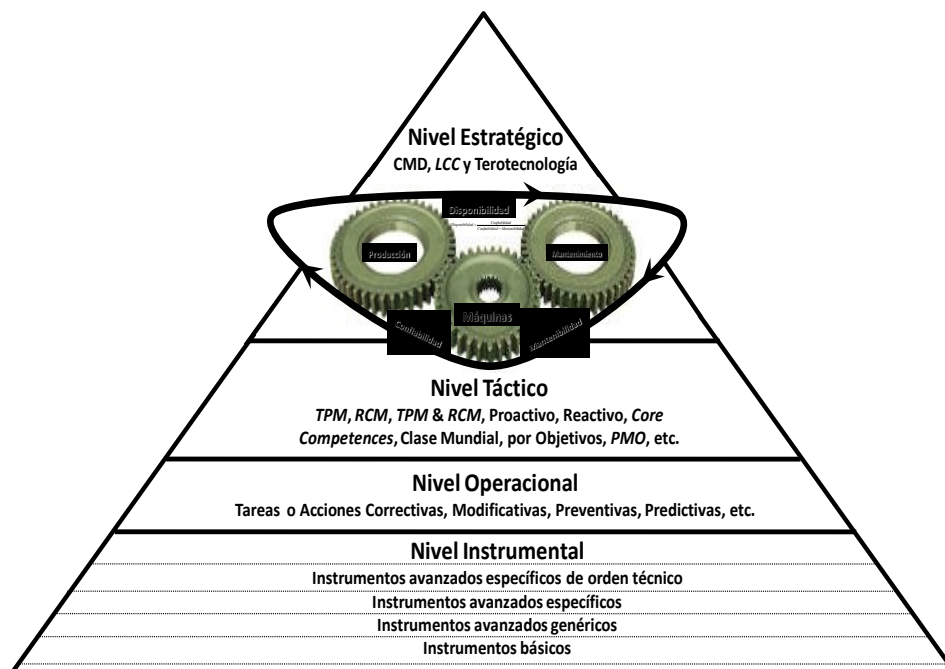
(DUFFUAA, 2000).

Ilustración 8 - Estructura sistémica, organizacional y funcional de mantenimiento



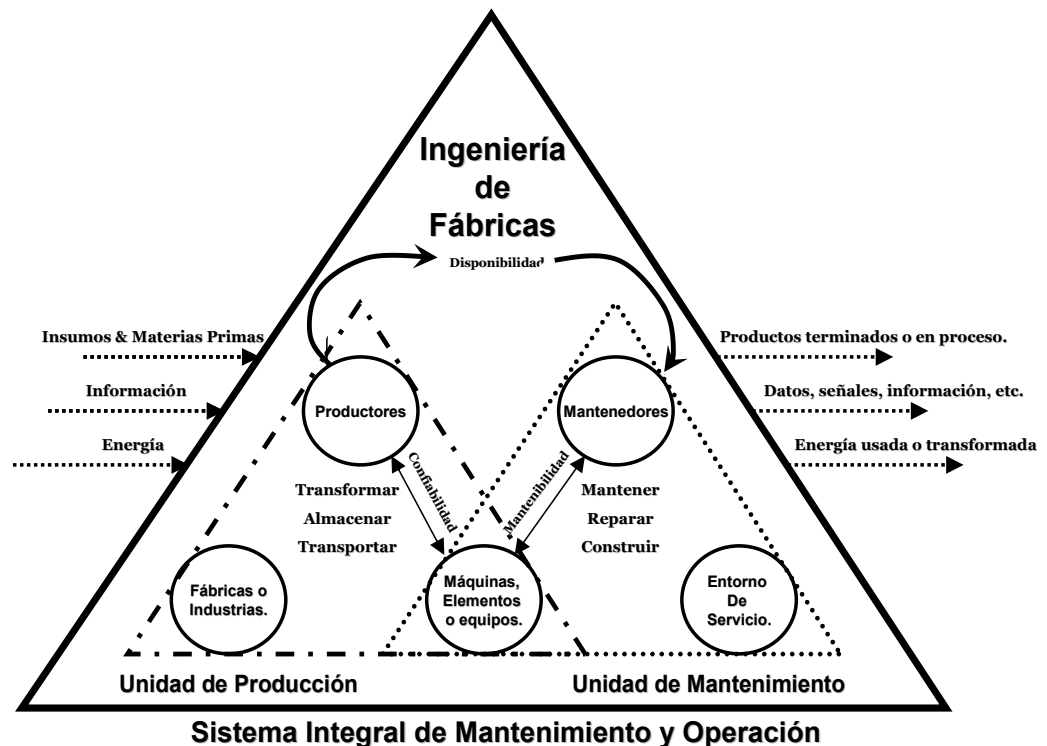
(Mora, 2007b)

Ilustración 9 - Enfoque Sistémico Integral Kantiano de Mantenimiento Estratégico



(Mora, 2007a)

Ilustración 10 - Sistema Integrado Ingeniería de Fábricas: Mantenimiento–Máquinas–Producción



(Mora, 2012)

1.3.2.1 Actividades de Planeación

La planeación de las actividades de gestión y operación que entra en la filosofía de mantenimiento, lo que se debe tener claro y saber aplicar en combinación y en forma correcta el mantenimiento preventivo (basado en tiempo o en las condiciones), mantenimiento de oportunidad, detección de falla, remplazo, reparaciones generales, mantenimiento correctivo, mantenimiento modificativo, mantenimiento predictivo y mantenimiento prospectivo (Blanchard, y otros, 1994) (ESReDa, 2001) (Darnell, y otros, 1975) (Blanchard, 1995). De igual manera se debe pronosticar la carga de mantenimiento para determinar el nivel de eficacia y utilización de los recursos, teniendo en cuenta la edad del equipo, el uso, del tiempo de respuesta del recurso humano, la calidad del mantenimiento, factores externos como los climáticos entre otros.

Dentro de las actividades de planeación se debe contemplar la planificación de la capacidad de mantenimiento, donde se determinan los recursos a utilizar (mano de obra, materiales, refracciones, herramienta, máquinas de apoyo) necesarios para satisfacer la demanda de trabajo.

Otro aspecto que merece importancia al planear las actividades es la organización del mantenimiento, que está relacionada con la estructura que la empresa ha definido inicialmente (centralizada o descentralizada), es decir, en áreas o departamentos se vislumbra el sentido que la empresa establece previamente, todo dependiendo del tamaño de la organización. Así, Centralizar o descentralizar la función de mantenimiento permitirá tener tiempos de respuestas más óptimos.

Por último al planear actividades debe haber una programación del mantenimiento que no es más que asignar recursos a los trabajos que deben realizarse en determinados momentos.

1.3.2.2 Actividades de Organización.

Un sistema típico de mantenimiento incluye en las actividades de organización el diseño del trabajo, los estándares de tiempo y la administración de proyecto.

El diseño del trabajo: se refiere al contenido de cada trabajo, es decir, las tareas, el método de operación, el recurso humano requeridos, las herramientas especializadas necesarias etc.

El estándar de tiempo: Después de dejar claro el diseño del trabajo es necesario estimar el tiempo para realizar el trabajo. Estos estándares son importantes para reducir los tiempos muertos u ociosos de la planta, que directamente controlaran la eficiencia de los trabajadores.

La Administración de Proyectos: es aplicada en el mantenimiento de grandes plantas o en trabajos mayores donde lo que se pretende es impactar en lo menos posible los tiempos de parada. Se desarrollan redes de actividades, es decir descomposición secuencial del trabajo con estimación de tiempo para cada actividad para luego utilizar técnicas que permiten determinar la ruta crítica del proyecto.

1.3.2.3 Actividades de Control.

El control es esencial para retroalimentar el proceso, es decir, medir la salida y compararla con lo deseado en la entrada para luego hacer los respectivos ajustes, en donde este macro concepto se ramifica en varias orientaciones, como control de los trabajos, el control de los inventarios, el control de costo y el control de calidad.

Control de los trabajos se hace a través de la orden de trabajo. Dicha orden, como fuente de datos relativos a las actividades desarrolladas por el personal de

ejecución de mantenimiento, debe incluir el tipo de actividad, su prioridad, falla o el defecto encontrado, cómo fue reparado, duración, los recursos humanos, materiales utilizados, la inclusión de campos para la evaluación del trabajo ejecutado a través de las opciones: "plenamente ejecutado", "provisionalmente ejecutado", "reprogramado" y "no atendido", como un factor de medición de la calidad de los servicios del mantenimiento; además la utilización de "Código de Ocurrencias" que traerá como ventaja la posibilidad de búsqueda en el historial de una ocurrencia específica y otros datos que permitan evaluar la eficiencia de la actuación del mantenimiento y sus implicaciones con costos y programación (Tavares, 1999)

El Control de los inventarios es esencial contar con refracciones y materiales para los trabajos de mantenimiento, el fin último del este control es de garantizar la demanda de mantenimiento con un máximo nivel de servicio y minimizando el capital de trabajo(Mora, 2007c).

El control de inventarios debe anticiparse a las necesidades, deseos y requerimientos de demanda de los responsables de procesos de mantenimiento, con el fin de lograr uno resultados es decir el fin último, que es la cantidad y la oportunidad adecuada en la satisfacción de la demanda preestablecida.

El fin último de inventarios, el cual es: satisfacer de forma oportuna las demandas futura de los procesos que así lo requieran (que fundamentan la existencia del stock), desde su aplicación dentro del Plan de Mejoras, luego con los Pronósticos de Demanda y por último con el Plan de Compras; establecidos de manera consensuada para aplicar en el corto y mediano plazo, se tenga la calidad requerida para lograr todos los fines intermedios y el último del sistema de inventarios, bajo la Metodología *MTS MTO MTF*(Mora, 2013).

Ilustración 11 - Deber Ser Funciones Relaciones Secuencia Lógica - Fines intermedios y último



Notas * de la Ilustración anterior:

* - *MTS* - En inglés *Make To Stock*- Son referencias que por sus características, se mantienen y se desean tener en stock de forma permanente, con movimiento y rotación suficientes, al final del período o mes de abastecimiento se debe tener libres de compromiso (para atender cualquier fluctuación de la demanda) al menos el stock de seguridad (en el cual se recomienda por criterios ABC: de los Tipo A, al menos un 1.25% la demanda promedio⁴, de los B al menos un 0.75% y de los Tipo C como mínimo un 0.30%), su nombre técnico en tecnología e innovación es *Technology Push*, son enviados o empujados hacia la demanda; en inventarios su denominación técnica es Control de Inventarios por Incrementos⁵ (Ballou, 2003).

** - *MTO* - En inglés *Make To Order* – Son ítem que no se desea tener en el almacén de forma permanente, solo se realiza con ellos un trasiego, se solicitan al

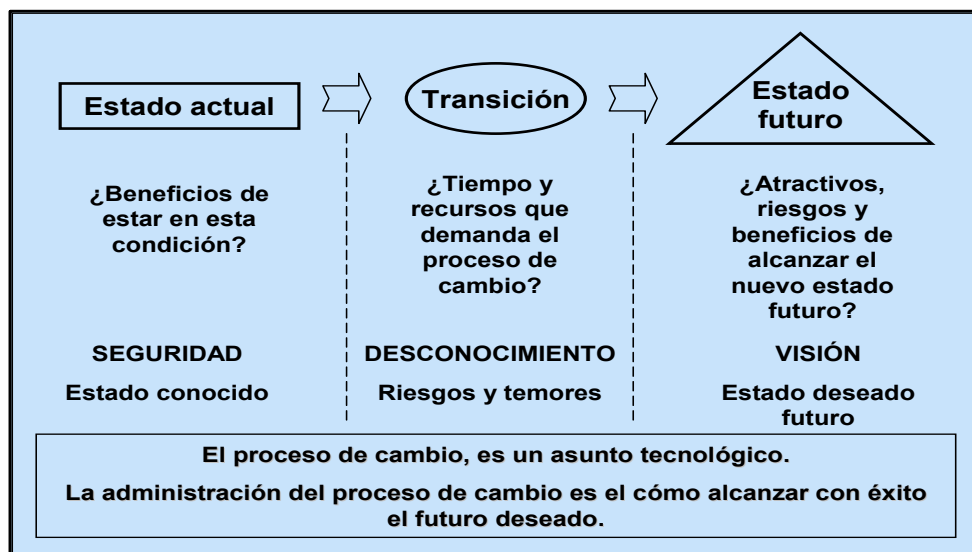
⁴ Demanda promedio, consiste en tomar un promedio entre n valores históricos de la demanda real, hacia atrás y n pronósticos futuros hacia adelante, con el fin de atenuar cualquier comportamiento inesperado a la baja o a la subienda, en la demanda, esto es muy efectivo dado que nunca o no siempre el futuro es una extrapolación del pasado.

⁵ Se les especifica por incremento, ya que son dinámicos y constantemente están en movimiento, por incrementos en su demanda hacia arriba o hacia abajo.

proveedor cuando alguien de los responsables de procesos (Mantenimiento – producción – Abastecimiento) los demanda, su estancia en el almacén es temporal con tendencia a tiempos cero y es solo el instante, entre que arriban al inventario y se retiran por partes de los solicitantes. Su nombre en tecnología e innovación es *Demand Pull*⁶, proceden netamente desde la demanda porque alguien los solicita, no son tan relevantes como los *Push*, su movimiento y rotación son bajos (nunca tan alta como los *MTS*). En inventarios se les especifica como Control de Inventarios por Demanda (Ballou, 2004).

*** - *MTF – Make To Frozen* – Son elementos de inventarios totalmente en congelación, no se debe hacer nada con ellos, se procura eliminarlos de la lista de ítem del inventarios, su movimiento y rotación tiene a ser ínfima o nula, solo se piden cuando se requieren de manera muy especial, solo se solicita la cantidad que se piden (lógico después de restar lo que se tenga de remanente en stock o en tránsito de pedidos), no hay abastecimiento con ellos, solo si hay una necesidad especial debidamente aprobada por el GPI. Su denominación técnica es *Play Frozen*, con el fin de retirarlos o congelarlos en la lista de ítem de inventario, jamás se tendrán en tránsito temporal o en forma permanente en el almacén. En inventarios es un Control de Inventarios por Eliminación total del sistema (Mora, 2014).

Ilustración 12 - Alcance del futuro mediante procesos de cambio en el tiempo y el espacio



⁶ También conocido como *Make to Pull*, originario y procedente de los mercados o de la demanda.

La determinación de la visión de la empresa en su planeación estratégica clásica con componente tecnológico implica la determinación precisa de su estado futuro (Hronec,1995, 133), tal como se muestra en ilustración anterior.

Las empresas que orientan sus acciones mediante una adecuada toma de decisiones, a partir de la detección anticipada de su estado futuro, deben conectar todas las áreas de su organización y de su planeación, como se esboza en la ilustración anterior, donde existe una alta conectividad entre todos sus elementos estratégicos por procesos (Hronec,1999, 143-149)(DUFFUAA, 2000) (De Miguel, 1990)(DUFFUAA, 2000).

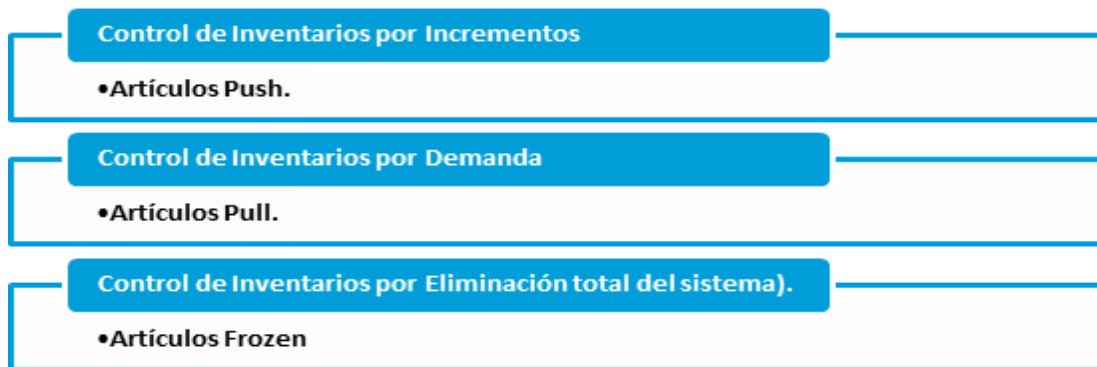
Ilustración 13 - Controles a procesos de mantenimiento, inventarios y planeación prospectiva



(Hronec, 1999).

El Dr. Alberto Mora Gutiérrez en su libro Stock Cero plantea que deben implementarse tres controles en los inventarios. Ver Ilustración 14.

Ilustración 14 - Control de los Inventarios. RCM Planeación



Lo que se pretende con este tipo de control es bajar los costos incurridos en financiar y manejar los inventarios de pieza de recambio e insumos necesarios para la función de mantenimiento, los cuales se ven representados en:

- Los intereses financieros del capital inmovilizado por el inventario.
- Mano de obra, infraestructura informática dedicada a la gestión y manejo del inventario.
- Costos de asociado a edificación, energía, seguridad y mantenimiento al inventario.
- Costos asociados a primas de aseguramiento del inventario.
- Costos de obsolescencia del inventario.

Control de costo: Para la toma de decisiones en base a los costos y considerando que en la gestión de mantenimiento la tarea de minimizar los costos es una de sus principales objetivos, entonces es clave conocer sus componentes o elementos que lo integran, entre los cuales se referencian los cinco aspectos fundamentales para el logro del objetivo en mención (Personal, material, terceros, depreciación y pérdida/reducción en la facturación), cada una de ellos con tres subdivisiones (costos directos, costos indirectos y costos administrativos), teniendo a su vez gran incidencia el ciclo de vida de los activos para el control de los costos de mantenimiento.

Ahora bien, los costos globales de mantenimiento es la combinación de:

- Los costos como los administrativos, del recurso humano, de materiales, de repuestos, de tercerización, de almacenamiento y costos de capital, son costos propios de las operaciones de mantenimiento.
- Los Costos por pérdidas de producción por razones de las fallas en los equipos o por disminución de la tasa de producción.

Existe índices de costos de mantenimiento que son importantes medirlos como:

- Costo de Mantenimiento por Facturación – Refiere a la relación entre el costo total de mantenimiento y la facturación de la empresa en el periodo considerado.
- Costo de Mantenimiento por el Valor de Reposición - : Este índice permite relacionar el costo total acumulado en el mantenimiento de un determinado equipo y el valor de compra de ese mismo equipo nuevo (valor de reposición).

1.3.3 Ciclo Deming PHVA aplicado al mantenimiento.

El ciclo PHVA (Planificar, hacer, verificar y actuar) o ciclo de Deming fue dado a conocer por Edwards Deming. También conocidos por sus siglas en inglés PDCA: *Plan, Do, Check, Act*, el cual es una de las herramientas de mejoramiento continuo en las organizaciones, utilizada ampliamente por los sistemas de gestión con el propósito de permitirle a las organizaciones mejora integral de la competitividad, de los productos y/o servicios ofrecidos, optimizando y garantizando la calidad y los costos internos, generando consigo mayor rentabilidad para la organización, y que a su vez, ésta posea mayor participación en el mercado. Esta herramienta puede ser utilizada en todos los procesos de la organización, coadyuvando en la realización y ejecución efectiva de actividades de forma coordinada y eficaz (De Miguel, 1990)(Rey, 1996).

Ahora bien, el ciclo de Deming aplicado a la gestión de mantenimiento es visto como una metodología para controlar el proceso mantenimiento y obtener los resultados deseados y previamente establecidos, sin que ocurran desvíos con relación a la confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y costos de los activos.

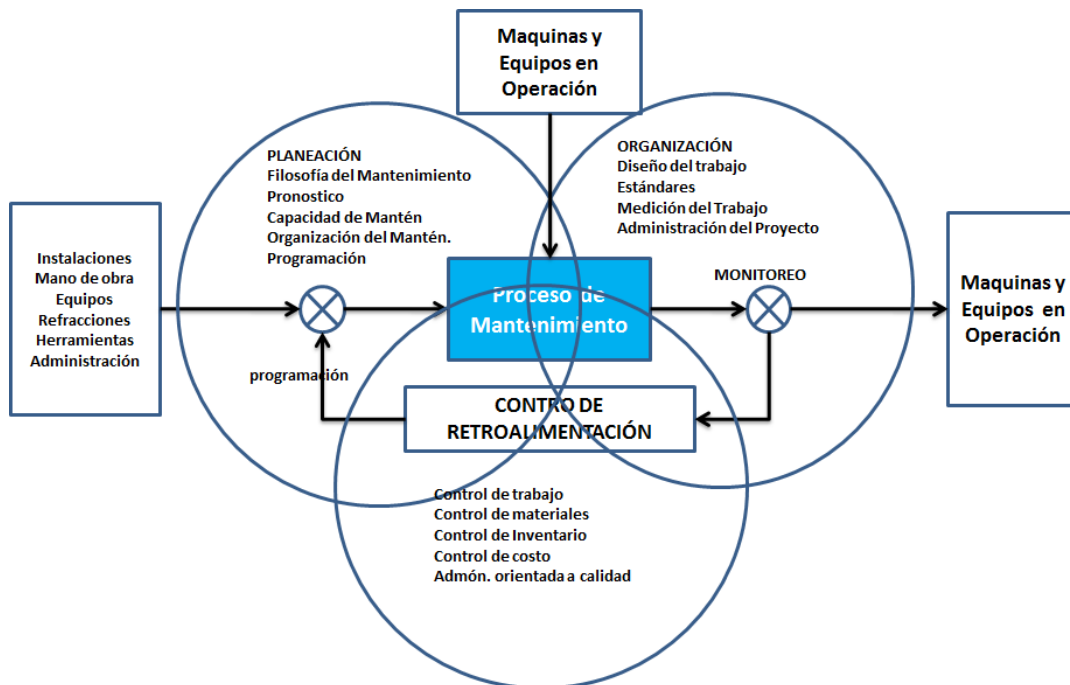
Tavares en su libro “Administración moderna del mantenimiento” hace una analogía a la teoría básica del control de proceso a retroalimentación o "Feedback Control System" y explica como un sistema retroalimentado debe contener cuatro

etapas o aspectos fundamentales para que su proceso sea veraz, los cuales se mencionan a continuación:

- Establecer una referencia o "set-point" (correspondiente a un resultado deseado) = "PLAN".
- Ejecutar una acción de control proactivo (o proceder de acuerdo con un planeamiento, buscando alcanzar el resultado deseado) = "DO".
- Medir el resultado alcanzado y compararlo con la referencia (evaluar el resultado real con relación a la expectativa o estándar) = "CHECK".
- Determinar la acción correctiva necesaria, para la eliminación del desvío constatado, de manera que se lleve el resultado a un valor deseado (reajustar el proceso correctivamente) = "ACT" (Tavares, 1999).

La gestión de mantenimiento por el método PHVA puede entonces, ser considerado como un Sistema de Control retroalimentado, ajustándose de forma constante la planeación y al final obtener los resultados deseados; Este enfoque es muy consecuente con lo planteado por Duffuaa en

Ilustración 15 - Sistema típico de mantenimiento.



(DUFFUAA, 2000).

Ejemplo de caracterización del proceso de mantenimiento

1.3.4 Planeación estratégica.

La planeación estratégica se puede definir como lo que algunos llaman el arte y ciencia de formular, implantar y evaluar decisiones interfuncionales que permitan a la organización llevar a cabo sus objetivos. Para poder entender esta compleja definición en su amplitud, se debe tener claridad de conceptos fundamentales que lo integran, haciendo hincapié en el significado de Estrategia, que para concepción de varios autores lo definen como: “Estrategia es la determinación de los objetivos a largo plazo y la elección de las acciones y la asignación de los recursos necesarios para conseguirlos” A. Chandler; Así mismo, H. Ansoff¹²³ menciona que la “Estrategia es la dialéctica de la empresa con su entorno”, y según M. Porter “La estrategia competitiva consiste en desarrollar una amplia fórmula de cómo la empresa va a competir, cuáles deben ser sus objetivos y qué políticas serán necesarias para alcanzar tales objetivos”. Otro concepto importante es la Planeación, proceso mediante el cual se analiza la situación externa e interna de la empresa, estableciendo objetivos generales y formulando las estrategias a seguir para lograr dichos objetivos que se han planteado anticipadamente. Este proceso de planeación debe ser establecido y ejecutado por los altos directivos de las empresas que son los que tienen mayor conocimiento y un nivel más amplio y globalizado de la organización.(WIKIPEDIA@)

Es muy importante no confundir las estrategias, con los objetivos estratégicos. Las estrategias son los planteamientos que nos servirán para cumplir la misión, mientras que los objetivos estratégicos son los pasos a lograr para cumplir la estrategia y siempre son de largo plazo. La planificación debe contener los objetivos estratégicos, que es lo que se plantea y hacia dónde quiere llegar, cuestionándose así como es que logrará alcanzar dichos objetivos y aplicarlos de una forma correcta.

Planear es prever el futuro. Identificar los objetivos y establecer los planes de acción para conseguirlos, mediante recursos, plazos etapas y mediciones. La planeación estratégica debe ser entendida como un proceso participativo, que no va a resolver todas las incertidumbres, pero que permitirá trazar una línea de propósitos para actuar en consecuencia.

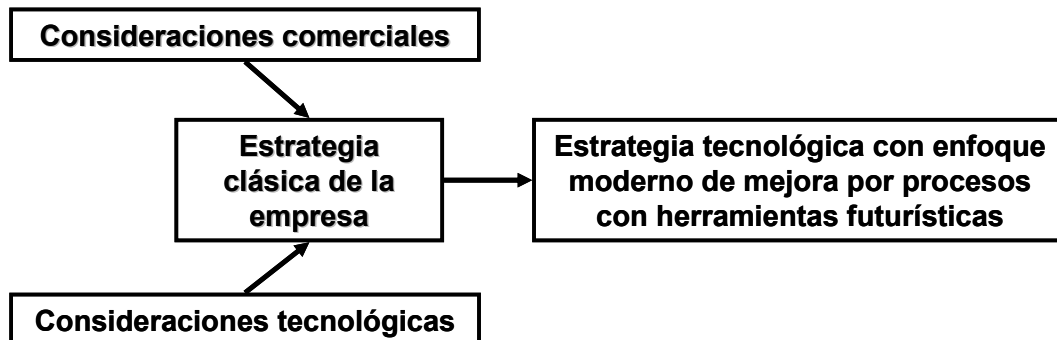
La convicción en torno a que el futuro deseado es posible, permite la construcción de una comunidad de intereses entre todos los involucrados en el proceso de cambio, lo que resulta ser un requisito básico para alcanzar las metas propuestas.

Bajo ese orden de ideas, el proceso de planeación debe comprometer a la mayoría de los miembros de una organización, ya que su legitimidad y el grado de adhesión que consiste en el conjunto de los actores dependerán en gran medida del nivel de participación con que se implemente.

La planificación determina por anticipado, cuáles son los objetivos que deben cumplirse y qué debe hacerse para alcanzarlos; por tanto, es un modelo teórico para actuar en el futuro, comienza por establecer los objetivos y detallar los planes necesarios para alcanzarlos de la mejor manera posible, además determina a donde se pretende llegar, qué debe hacerse, cómo, cuándo y en qué orden.

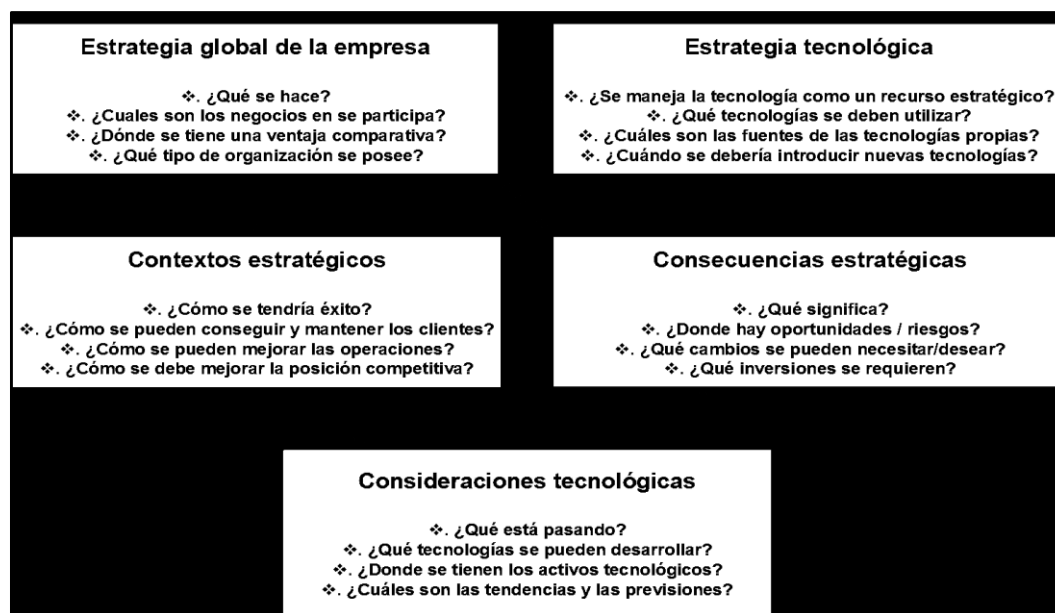
Se define el planeamiento estratégico como aquel proceso mediante el cual una organización establece misión, visión, objetivos y estrategias, sobre la base del análisis del entorno, con la participación del personal de todos los niveles de dicha organización. Las estrategias estarán basadas en el aprovechamiento de los recursos y capacidades de la organización de acuerdo a las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas detectadas. Es un plan a largo plazo, con enfoque al futuro. (GESTIOPOLIS.®, 2015).

Ilustración 16 - Elaboración moderna de estrategias decisionales y futurísticas



Las tecnologías influyen de tal manera en las organizaciones que es necesario involucrarlas para poder realizar una planeación estratégica clásica tecnológica adecuada a las necesidades futuras (Escorsa y otro, 1991,91) (Escorsa, 2005) (Mora, 1995, 43-47).

Ilustración 17 - Elaboración de las estrategias corporativa y tecnológica



Fuente Bibliográfica: adaptado de Escorsa y otro, 1991,100

La verdadera planeación estratégica tecnológica, involucra de por sí a la clásica, su proceso se lleva a cabo en seis etapas, bien delimitadas entre sí, cada una conlleva la utilización de métodos propios que permiten a la empresa hacer un diagnóstico integral, en un contexto mundial, para visualizar su futuro en el presente.

Ilustración 18 - Pasos de la planeación estratégica tecnológica

Función	Descripción	Herramienta
Inventariar	Conocer tecnologías propias, de otras empresas y usadas por la competencia	Matriz Tecnología / Productos o Servicios
Evaluar	Definir la competitividad y el potencial tecnológico futuro de la empresa	Matriz atractivo / posición tecnológica Árbol tecnológico dual
Optimizar	Emplear eficazmente los recursos disponibles e importados	Racimos o Árboles tecnológicos
Enriquecer	Aumentar el patrimonio tecnológico de la empresa	Matriz de accesos a la tecnología
Vigilar	Vigilar a nivel mundial el progreso de otras y nuevas tecnologías	Función de alerta tecnológica
Proteger	Desarrollar políticas de patentes y de registro de propiedad industrial e intelectual	Patentar y registrar

Fuente Bibliográfica: adaptado de Escorsa, 1999

En especial la planeación estratégica tecnológica, se fundamenta estructural y principalmente en metodologías futurísticas (Escorsa y otro, 1991,100), tanto de orden prospectivo (Mora, 1998), como de turbulencia y de orden proyectivo.

La prospectiva como insumo básico para la planeación estratégica apoya el logro de:

- Construir entornos (escenarios) o imágenes que consideren la visión del futuro, una percepción dinámica de la realidad y la configuración de alternativas viables.
- Aportar elementos estratégicos a los procesos de planeación y toma de decisiones.
- Impulsar la planeación abierta y creativa fundamentada en una visión compartida de futuro.
- Proporcionar el impulso requerido, para transformar la potencialidad en capacidad.
- Aportar una guía conceptual conductora del estudio de aquellos aspectos relevantes de la realidad, que permita enfrentar con eficacia y eficiencia la complejidad del contexto actual (Miklos y otra, 1997,63).

Las etapas de protección y vigilancia son netamente fases estratégicas de orden futurista, donde los procesos que se llevan a cabo pretenden determinar los desarrollos tecnológicos y comerciales que aparecen en el porvenir, con el fin de preparar estratégicamente a la empresa desde el presente.

Se puede concluir, de este numeral que las herramientas de predicción son netamente metodologías de planeación estratégica clásica y moderna de orden tecnológico y son la base de la planeación estratégica de base tecnológica o de ingeniería (Mora, 2007c).

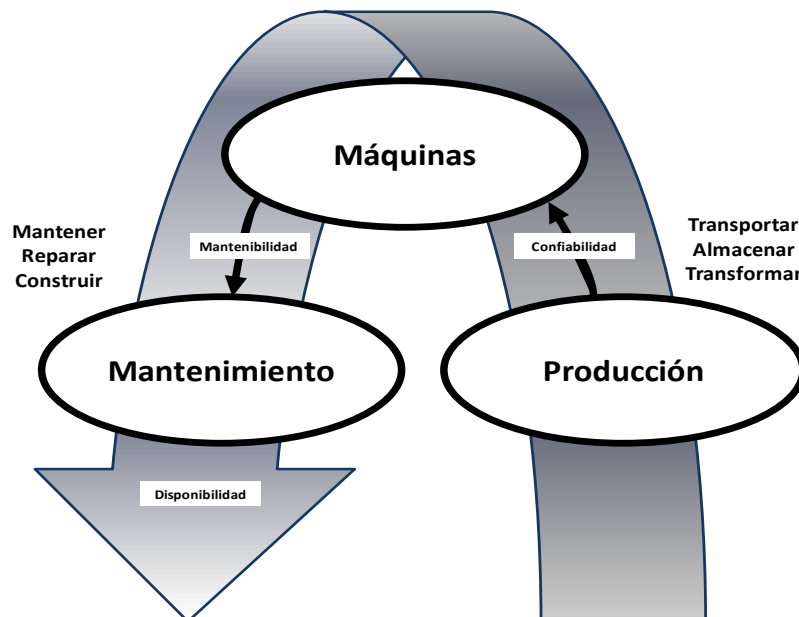
1.3.5 Estructura integral de mantenimiento.

En general su sistema integral y específico de mantenimiento está reglado por normas internacionales, que rigen la relación entre sus actores, las principales son:

Confiabilidad que es la probabilidad que un equipo funcione sin fallas durante un periodo de tiempo operando en condiciones normales.

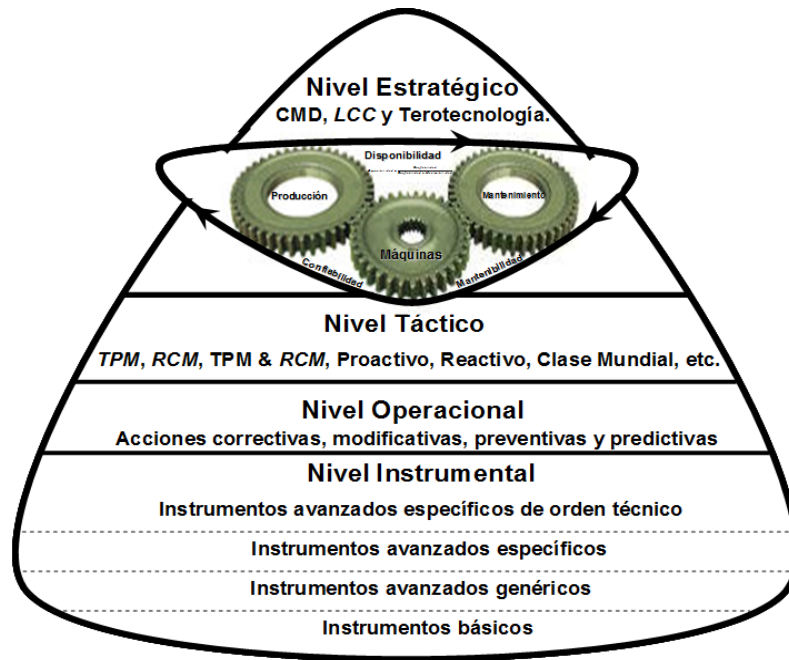
Mantenibilidad es la probabilidad de que un equipo que ha estado trabajando y que ha sufrido cierto desgaste parcial o total y perdido parcial o total de su funcionalidad, pueda ser restituido a una confinación de referencia para poder seguir funcionando.

Ilustración 19 - Elementos estructurales de ingeniería de fábricas



$$Disponibilidad = Confiabilidad / (Confiabilidad + Mantenibilidad)$$

Ilustración 19 – Niveles del Mantenimiento



(Mora, 2007b)

Las relaciones entre Mantenimiento y Máquina y la de Operación y Máquina están regladas; al igual la Disponibilidad normaliza la relación de los tres actores Mantenimiento, Operación y Máquinas.

1.3.6 Efectividad - Indicador magno de mantenimiento

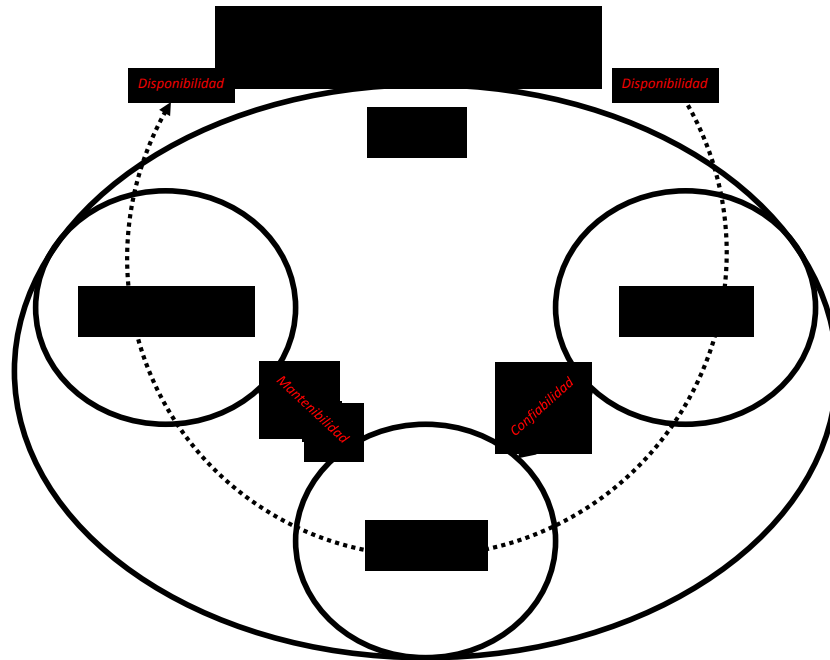
Todas las acciones de mantenimiento, confluyen en la efectividad, por excelencia este indicador recoge todos los aspectos analíticos y operativos de una función de ingeniería de fábricas (Mantenimiento, Producción y Calidad), es por ello que se inicia, con la descripción de Terotecnología, de su Norma Británica 3811 y de la Efectividad(Duffuaa, y otros, 1995).

Ilustración 20 - Efectividad - LCC - Gestión de Activos - C M D K

$$\begin{aligned} \text{Efectividad de la máquina o elemento} &= \text{Confiabilidad} * \text{Mantenibilidad} * \text{Disponibilidad} * \text{Capacidad utilizada} \\ \text{Efectividad del sistema} &= \frac{\text{Efectividad de la Máquina o dd elemento}}{LCC} = \frac{C * M * D * K}{LCC} \\ \text{donde } LCC &= \text{Life Cycle Cost y } K = \text{Capacidad utilizada} \end{aligned}$$

(Mora, 1990c)

Ilustración 21 - Actores de Mantenimiento



(Mora, 2013)

La casa OREDA, noruega, pionera en muchos de los temas de mantenimiento y sus tópicos afines, presenta una estructura sistémica análoga a la propuesta, que se grafica en la siguiente figura.

Una primera aproximación a la categorización del mantenimiento, se encuentra instituida por la casa ESReDa en su Manual *Handbook* (ESReDa, 2001) donde se establecen tres niveles: táctico, operativo y estratégico; para presentar una adecuada clasificación para diversas tareas, acciones y temas del mantenimiento.

Establece la casa noruega ESReDa que normalmente los departamentos no tienen muy definida su estructura organizacional y menos sus costos sistémicos.

La función de mantenimiento tiene una alta influencia en la rentabilidad de las empresas y en la ingeniería integradora de plantas.

Los controles gerenciales deben apuntar a las metas definidas, a los procesos establecidos y, en especial a las estrategias que se plantean.

Esto hace que las empresas puedan descubrir nuevas oportunidades de mercado, mantenimiento y producción, al integrar todos los recursos con las decisiones

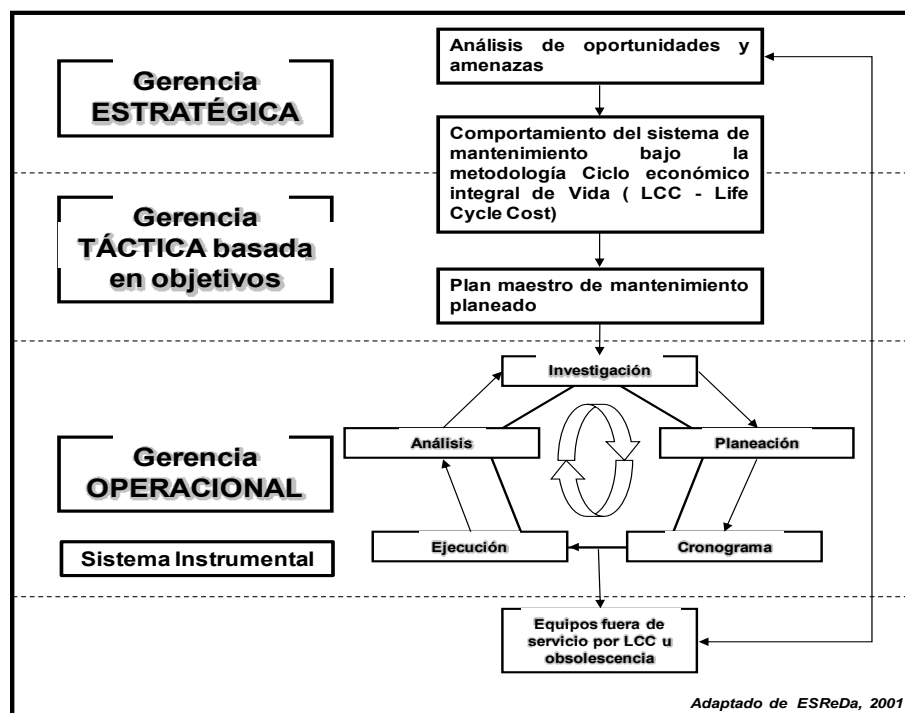
estratégicas que se toman, de tal manera que todo se haga en un enfoque global y específico (ESReDa, 2001).

En general la casa ESReDa establece tres niveles⁷ donde se desarrollan todas las actividades y gestiones de mantenimiento.

Si bien ESReDa es un buen acercamiento a la síntesis del mantenimiento, se deben instaurar lazos más fuertes para darle solidez a este concepto, en el cual se fundamenta todo el tratamiento y aplicación de la ciencia mantenimiento (ESReDa, 2001).

A su vez esto permite definir axiológica y teleológicamente, los niveles que se deben abordar en un estudio futuro y/o presente y/o pasado de mantenimiento, bajo un enfoque sistémico estratégico Kantiano, en sus dos ejes: espacio y tiempo:

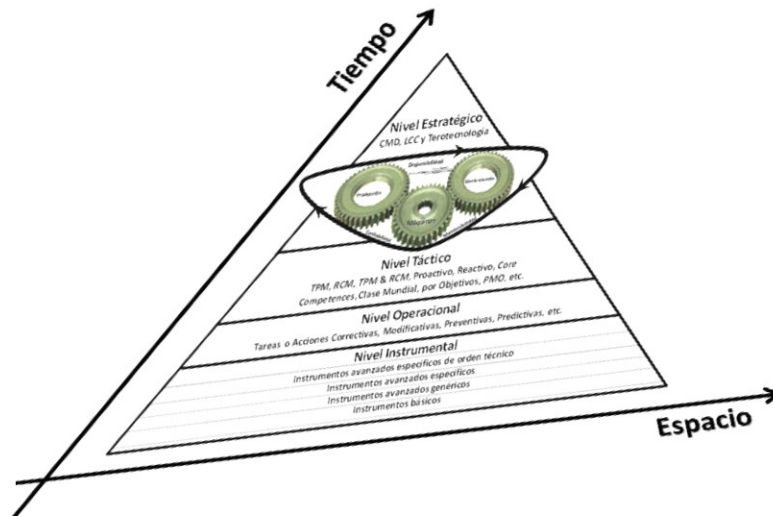
Ilustración 21 - Estructura sistémica OREDA



(ESReDa, 2001)

⁷Los niveles se muestran en la parte izquierda de la Ilustración correspondiente.

Ilustración22 - Niveles de aplicación del proyecto Operación & Mantenimiento



(Mora, 2007a)

La Terotecnología es la ciencia que evalúa todos los aspectos del de mantenimiento, en todos los niveles del mantenimiento junto con sus elementos estructurales y sus normas sobre CMD. Es la base del costo económico integral del ciclo de vida *LCC* y a partir de ella se define taxativamente la efectividad (Evans, 1975)(Mora, 2011).

La Terotecnología consiste en (Evans, 1975)(Wakefield, 1985):

- Permite obtener información acerca de los activos físicos y su desempeño.
- Genera la capacidad de análisis de la información para determinar la causa raíz de los problemas.
- Da las pautas para desarrollar acciones apropiadas para eliminar o reducir las causas raíces de las paradas imprevistas o fallas de los diferentes procesos de operación.

1.3.6.1 Costo de ciclo de vida (LCC)

El concepto de costo de ciclo de vida es enfocado en las normas del gobierno Británico como Terotecnología, donde se define en la norma Británica BS3811 como una combinación de dirección, finanzas, ingeniería, construcción y otras

prácticas aplicadas a perseguir el costo de vida económico de los activos físicos(Barringer@, 2005).

Ilustración 22 - Proceso y pasos que conlleva Terotecnología

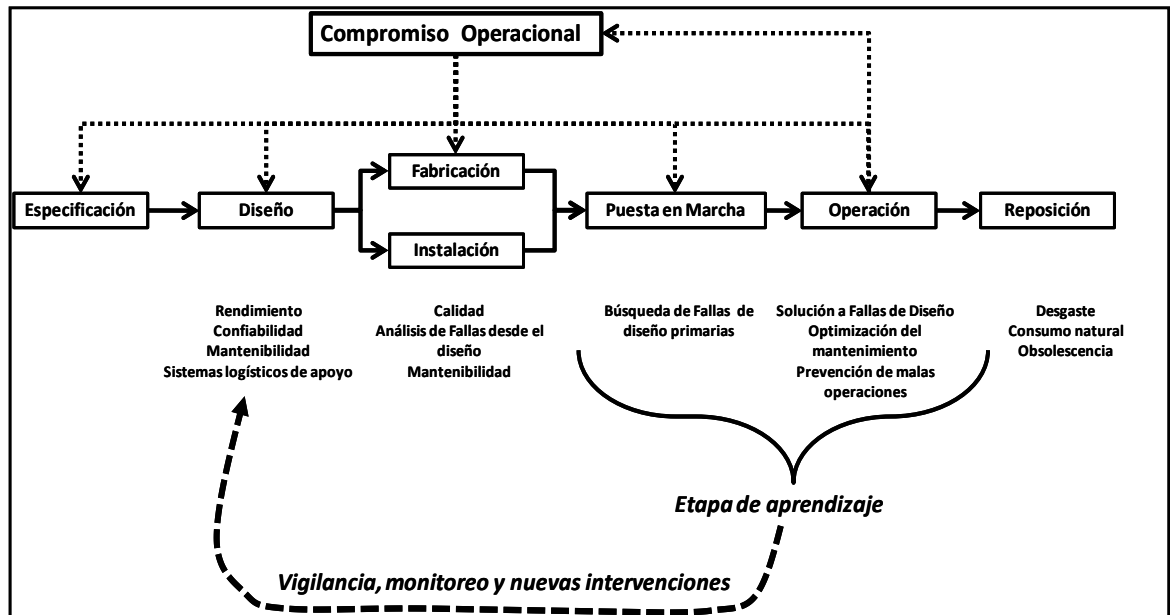
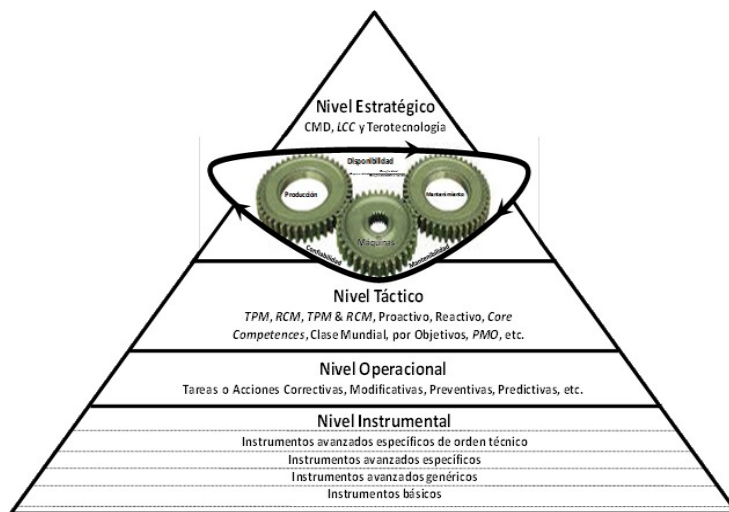


Ilustración 23 - Estrategia de la Terotecnología.



(Mora, 2011)

Ilustración 24 - Niveles y subdivisiones, base del ASAF.



A continuación se lista una serie de tópicos y variables usadas en el proceso ASAF.

Ilustración 25 - Elementos del instrumento ASAF

ENFOQUES ACTUALES DE ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO Y DE PRODUCCIÓN
 Enfoque hacia las acciones de mantenimiento, etapas I y II
 Enfoque hacia la organización táctica de mantenimiento, etapa III
 Enfoque integral logístico de creación de una estrategia de mantenimiento, etapa IV
 Enfoque hacia las habilidades y competencias de mantenimiento, etapa V
 Enfoque hacia la gestión de activos, etapa VI
 Activos y Pasivos
 De gestión de pasivos a gestión de activos
 Definiciones y significados

ENFOQUE SISTÉMICO E INTEGRAL – CMD
Sistema kantiano de mantenimiento
 Unidad de Producción
 Unidad de Mantenimiento
 Sistema Integral de Mantenimiento
 Categorización del mantenimiento
 Cuerpo y función de los equipos Efectos del espacio y del tiempo
 Niveles del mantenimiento
 Estructura, relaciones y elementos
 Relaciones
 Interacción – CMD
 Métodos de predicción CMD:

Disponibilidad
 Modelo Universal para pronosticar CMD
 Diferentes Disponibilidades, de mayor uso empresarial

Confiabilidad – Mantenibilidad – CMD – Estimación de $F(t_i)$ y $M(t_i)$
Confiabilidad - Fallas
Probabilidad
Desempeño satisfactorio
Período
Condiciones de operación
Curva de Confiabilidad
Ejemplo de cálculo y obtención de curva de confiabilidad
Mantenibilidad – Reparaciones
Curva de la bañera o de Davies
Curva de Mantenibilidad
Estimación de No Confiabilidad - $F(t)$ y de Mantenibilidad - $M(t)$
Métodos de estimación y cálculo de la no confiabilidad y de la mantenibilidad
Recomendaciones y mejores prácticas con los métodos de estimación de $F(t)$ y $M(t)$
PARÁMETROS Y DISTRIBUCIONES – CMD
Estimación de parámetros – Weibull – LogNormal y Normal
Método gráfico de papel de Weibull o Allen-Plait
Fundamentos de la distribución Weibull
Curvas características de Weibull
Lectura de los parámetros η y β en el papel de Weibull
Uso del método de regresión lineal con mínimos cuadrados para alinear la función de probabilidad de Fallas (de no confiabilidad) o de mantenibilidad, para obtener parámetro
Criterios de calidad de la alineación
Ajuste
Error típico o Variación o Error Estándar del Estimado
Coeficiente de Determinación Muestral r y Ajustado
Coeficiente de Correlación
Transformaciones en Weibull, LogNormal y Normal para obtener parámetros por regresión
Distribución de Weibull
Parámetros de vida útil y de reparaciones en Weibull
Distribución Normal
Parámetros de vida útil y de reparaciones en Normal
Distribución LogNormal
Parámetros de vida útil y de reparaciones en LogNormal
Distribución Exponencial
Distribución Gamma
Método de Máxima Verosimilitud - MLE
Pruebas de Bondad de Ajuste – Goodness of Fit
APLICACIÓN CMD - ESTRATEGIAS Y ACCIONES
Comportamiento futuro - Nuevos cálculos
Estrategias y acciones derivadas del CMD - Análisis de confiabilidad – βeta
Análisis de la confiabilidad influenciada por reparaciones futuras estimadas de corto plazo
Análisis de la confiabilidad influenciada por los mantenimientos planeados futuros estimados de corto plazo
Análisis de la función de mantenibilidad influenciada por las reparaciones TTR estimadas en el corto plazo
Análisis de la mantenibilidad influenciada por las tareas proactivas planeadas estimadas en el corto plazo
Recomendaciones estratégicas de acciones y táctica para el ejercicio integral de A_0
Análisis histórico, presente y futuro cercano de parámetros del ejercicio integral
Estrategias y acciones futuras
Pronósticos de indicadores CMD de corto plazo
Pronósticos con Series Temporales
Diferentes niveles de cálculo para el CMD - Fases
Distribución Hastings de dos fases
Distribución Hjorth de tres fases
- NIVEL INSTRUMENTAL
Fundamentos del Nivel Instrumental
Instrumentos básicos - Factores productivos de mantenimiento- Nivel instrumental
Sistema de información
Herramientas, Repuestos e Insumos
Capital de Trabajo - Espacio Físico – Tecnología – Maquinaria - Recursos Naturales – Poder de
Negociación - Recursos Humanos Carga Laboral – Planeación - Recursos Humanos – Talento
Mantenimiento: función de producción
Función macroeconómica de la producción
Cantidad de servicios (o de productos), Servicios Promedio y Productividad
¿Cuál es la cantidad óptima a usar en un Factor Productivo?
Parámetros de manejo cuando se utiliza más de un Factor Productivo
Factores productivos modernos (para mantenimiento y producción)
Términos de medidas básicas del nivel instrumental de mantenimiento
Instrumentos avanzados genéricos de mantenimiento - Nivel Instrumental
TQC
TQM
S
Mejoramiento continuo
Herramientas estadísticas
Diagnóstico, control y rediseño de procesos de mantenimiento y producción
Obtención y manejo de los datos
Análisis y diagramas de Pareto
Diagramas causa-efecto
Histogramas
Distribuciones
Diagramas de dispersión, correlación y regresión lineal
Gráficas de control

- Tamaños muestrales de la población para medias – Números aleatorios
- Otras herramientas estadísticas
- Instrumentos avanzados específicos de mantenimiento - Nivel Instrumental**
- Análisis de Fallas - FMECA, RCFA y RPN
- Metodología Análisis de Fallas
 - RCFA
 - Procedimiento FMECA – RPN
 - Valoración cualitativa del Riesgo
- Gestión y manejo de inventarios, repuestos e insumos de mantenimiento
 - Clasificación ABC
 - Costos
 - Nivel de servicio
 - Denominación Push o Pull
- Subcontratación
- Métodos de diagnóstico rápido y confiable en mantenimiento
 - Flash Audit
 - Método de diagnóstico Jerárquico Analítico de Componentes Principales - Eigen Vector
- Instrumentos avanzados específicos de orden técnico, en mantenimiento**
- Instrumentos avanzados técnicos específicos
 - Inspección visual, acústica y al tacto de componentes
 - Vigilancia de temperaturas
 - Control de la corrosión
 - Resistencia eléctrica
 - Lubricación, engrase y aceites
 - Monitoreo de causas y efectos eléctricos
 - Termografía infrarroja
 - Análisis de vibraciones
 - Ferografía - Análisis de lubricantes - Análisis espectrométrico – Cromatografía
 - Líquidos penetrantes
 - Ensayo de pulverizado de partículas magnéticas
 - Ultrasonido
 - Ensayos y controles no destructivos
 - Control de ruido
 - Filtros magnéticos
 - Corrientes inducidas
- Técnicas de control y monitoreo de condición de estado
- NIVELES ESTRATÉGICO, TÁCTICO Y OPERACIONAL**
- Nivel Operativo**
 - Acciones correctivas
 - Acciones modificativas
 - Acciones preventivas
 - Acciones predictivas
- Nivel Táctico**
 - Implicaciones de las diferentes clases de tácticas de mantenimiento
 - TPM - Mantenimiento Productivo Total
 - RCM - Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad
 - Mantenimiento combinado TPM & RCM
 - Mantenimiento Proactivo
 - Táctica PMO – Planned Maintenance Optimisation
 - Decisiones conjuntas o múltiples sobre tácticas
 - Mantenimiento Reactivo
 - Mantenimiento orientado a resultados
 - Mantenimiento de clase mundial - World Class Maintenance – WCM
 - Mantenimiento Centrado en Habilidades y Competencias
 - Otras tácticas
- Nivel Estratégico - Costos e Índices**
- Índices internacionales
- Costos
 - Costos fijos
 - Costos variables
 - Costos financieros
 - Costos de la no disponibilidad por fallas
- Indicadores
 - Indicadores para la alta dirección Estratégicos
 - Indicadores de orden Operativo
- Terotecnología – LCC
 - Costo de ciclo de vida (LCC) – Gestión de Activos

(Mora, 2014).

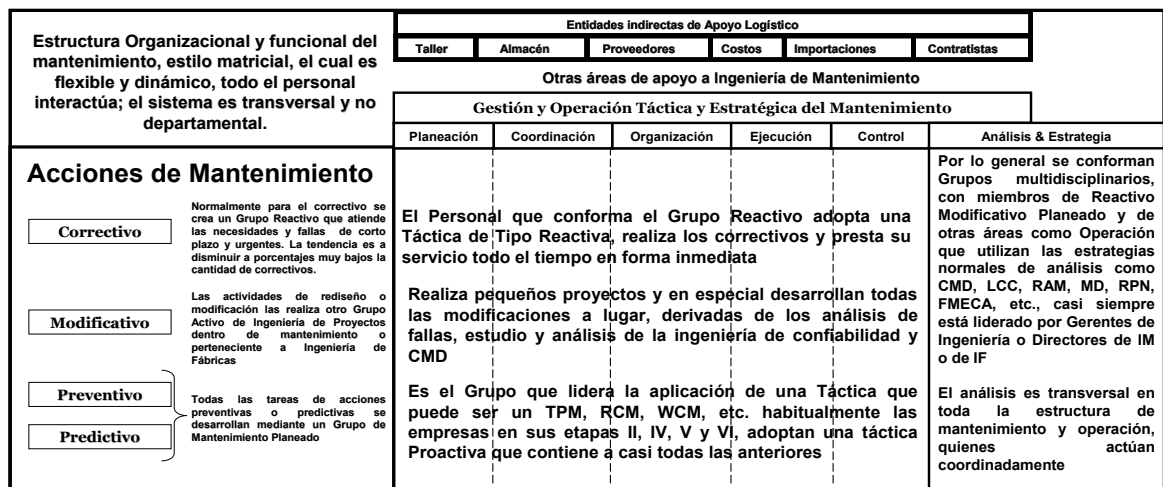
1.3.7 Estructura integral de mantenimiento.

En general es una estructura fluida, convergente y flexible.

Ilustración 26 - Principios básicos de mantenimiento

Temas Técnicos	Recursos Humanos	Campo Económico
<ul style="list-style-type: none"> •Servicios •Productos •Calidad de los productos •Métodos de trabajos de mantenimiento •Manejo de materiales óptimo •Control de todas las actividades de mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> •Función de relaciones internas del personal •Función de relaciones externas •Función de la organización del mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> •Estructura de mantenimiento •Economía en la gerencia de mantenimiento •Economía frente a la producción

Ilustración 27 - Estructura sistémica, organizacional y funcional de mantenimiento



1.4 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 1

Los conceptos de mantenimiento y en especial la estructura, las reglas, las relaciones, los niveles de mantenimiento, dejan en el capítulo las bases sentadas para el DIE, el ASAF y el AIC, con el fin de poder construir o modelar y entender

los modelos matemáticos que describen el comportamiento de los equipos en función del tiempo. Los modelos estadísticos para calcular la densidad de probabilidades deben seleccionarse teniendo en cuenta las restricciones según el tipo de componente a analizar y la etapa de operación en la que se encuentra.

A través de los parámetros que arrojan los cálculos CMD, se construyen las curvas de Davies donde se analiza el estado de los equipos para establecer las estrategias y actividades a ejecutar para mejorar la disponibilidad según sea el caso.

El modelo propuesto (Mora, 2012), es una secuencia práctica para el análisis CMD que a través de análisis y ajuste de los datos propone diferentes alternativas para lograr una mayor aproximación a la situación real de los sistemas productivos.

La disponibilidad de un equipo está relacionada directamente con el diseño de sus componentes, el cálculo de los parámetros de confiabilidad y mantenibilidad al inicio del proceso de fabricación reduce las pérdidas por frecuencia y duración de paros no programados, la eficiencia en la productividad inicia en este punto.

Los parámetros de operación, la instalación de los equipos y el entorno donde se ubican complementan los requerimientos para aumentar la disponibilidad de las industrias.

2 CARACTERIZACIÓN

2.1 OBJETIVO 2

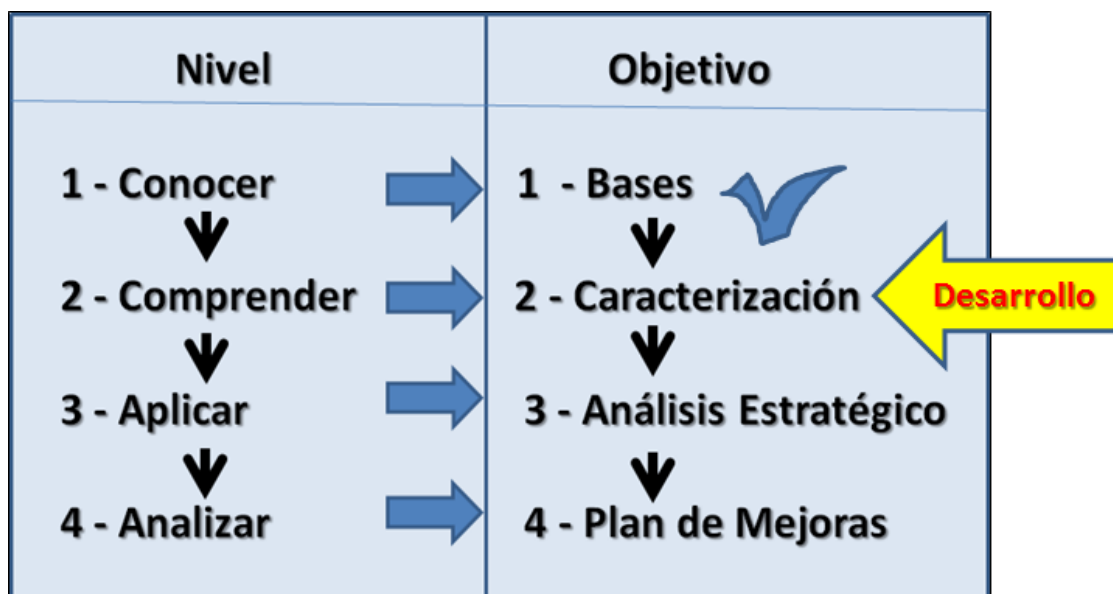
Caracterizar estratégicamente el mantenimiento de la empresa portuaria, describiendo las actividades críticas e influyentes de su proceso. Nivel 2 - Comprender

2.2 INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO 2

Este capítulo muestra las principales características de los equipos, los problemas más comunes y apuntes relevantes de VCM, necesarias a nivel internacional en los servicios portuarios marítimos y en ocasiones pluviales.

Además de estos conceptos, esboza conceptos importantes en los VCM claves para conocer el comportamiento de un sistema logístico de carga marítima.

Ilustración 28 - Avance en el capítulo 2



2.3 DESARROLLO DEL CAPÍTULO 2

Los puertos marítimos prestan los servicios logísticos para el manejo de la carga. Atienden el cargue y descargue de buques portacontenedores, buques RORO, buques graneleros, buques especiales para cargas de proyectos y cualquier artefacto naval que necesite servicios de estiba o desestiba de sus cargas.

Ilustración 29 - Infraestructura y equipos relevantes en Puertos



Para exportaciones e importaciones ofrecen servicios de llenados simultáneos de camión a contenedor o viceversa, descargue de camiones y almacenamiento de las cargas en bodegas o silos especializados, manejo de diversos tipos de cargas que necesitan equipos especiales como bobinas de papel, súper-sacos, entre otros.

2.3.1 Servicios que ofrecen los puertos en Colombia

Entre los más relevantes, sobresalen:

Ilustración 30 - Servicios prestados por tipo de carga Terminal Marítimo de Buenaventura.

Servicios	Contenedores	Granel Solido	Granel Liquido	Carga General Fraccionada - Multipropósito	Naves
Llenado	✓				
Vaciado	✓				
Reparación de contenedores secos y refrigerados	✓				
Almacenamiento	✓	✓	✓	✓	
Suministro de energía	✓				
Manipulación	✓				
Porteo de Carga	✓			✓	
Inspecciones: zoosanitarias, fitosanitarias, antinarcóticos y aduanales	✓	✓		✓	
Control portuario	✓				
Pesaje	✓		✓		
Diligenciamiento de comodatos	✓				
Cargue		✓	✓	✓	
Descargue		✓	✓	✓	
Empaque		✓			
Toma de muestras			✓		
Suministro de estibas				✓	
Consolidación y Desconsolidación	✓				
Control de vectores	✓	✓		✓	
Servicios logísticos	✓				
Servicios de bascula	✓	✓			
Trinca y destrinca					✓
Pilotaje					✓
Remolcadores					✓
Muellaje					✓
Tratamiento de desechos sólidos y líquidos					✓
Suministro de agua y combustible					✓
Lubricantes y avituallamiento					✓

(Terminal Marítimo de Buenaventura)

Otra forma de agrupar los servicios específicos prestados por otros puertos en Colombia:

Servicios como sociedad portuaria de carga:

- Muellaje.

- Almacenamiento cubierto y descubierto.
- Facilidades para conexiones de contenedores refrigerados.
- Básculas de 100 toneladas para camiones.
- Básculas de tres toneladas en bodegas.
- Gráneles sólidos.
- Vigilancia las 24 horas.
- Cobertura de seguros a los usuarios en operaciones portuarias y manejo de carga.

Servicios como operador portuario marítimo:

- Estiba y desestiba de contenedores llenos y vacíos.
- Estiba y desestiba de carga suelta.
- Estiba y desestiba de vehículos.
- Estiba y desestiba de gráneles sólidos.
- Movilizaciones a bordo.
- Movilizaciones vía muelle.
- Tape y destape de bodegas.
- Trinque y destrinque de mercancías a bordo.
- Pre-estiba.
- Gráneles sólidos.

Servicios como operador portuario terrestre:

- Cargue y descargue de contenedores llenos y vacíos
- Cargue y descargue de carga suelta.
- Movilización de carga para inspecciones.
- Consolidación y desconsolidación de carga.
- Vaciado y llenado de contenedores.
- Pesajes de mercancías.
- Inspecciones aduaneras y antinarcóticos.
- Pre inspecciones aduaneras.
- Separación de bultos.
- Gráneles sólidos.

Servicios especiales:

- Patio con contenedores vacíos diseñado para albergar TEUS de 4 o 5 de alto.
- Servicios de inspección, lavado, almacenamiento y reparación.

2.3.2 Entorno tecnológico en los puertos marítimos colombianos.

Los sistemas de transporte en Colombia, en general, no escapan a los avances tecnológicos dominantes en el mundo contemporáneo. En esta medida los gerentes de los puertos en Colombia no son ajenos a estas consideraciones, por el contrario, su estructura y niveles de equipamiento forman parte de las cadenas de apoyo a las actividades productivas y empresariales, constituyéndose en eslabones fundamentales en la dinámica logística de la economía del país. (Montoya, 2006)

La tecnología en el manejo de carga depende de dos aspectos:

- Tipos de equipos
- Naturaleza de la operación

En general los equipos en los puertos marítimos y pluviales son muy diversos y de múltiples especificaciones, se presentan algunas clasificaciones relevantes.

Por su utilidad se clasifican en grúas portuarias (fijas y móviles) o grúas para la construcción.

Por su forma de transportarse en grúas con base fija y grúas con base móvil.

Según el área en que opera el equipo podemos clasificar los equipo de los puertos:

2.3.2.1.1 Grúas de área de transferencia en el muelle.

- Ship to Shore Gantry Crane
- Mobile Harbour Crane
- Harbour Portal Crane
- Fixed Cargo Crane
- Travelling Cargo Crane
- Crawler Crane
- Wide Span Gantries

Estas grúas son ideales para levantar materiales que por su volumen y peso son imposibles de manipular manualmente o con montacargas, estos pesos pueden estar entre centenares de kilogramo hasta cientos de toneladas.

Ilustración 31 - “Ship to Shore Gantry Crane” también denominada grúas pórticos.



(SPRC, 2015)

Ilustración 32 - “Mobile Harbour Crane” grúas móvil.



(PUERTODEBARRANQUILLA@, 2015)

(SOCIEDADPORTUARIADEPALERMO@, 2015)

Ilustración 33 - Harbour Portal Crane



(LIEBHERR®, 2015)

Ilustración 34 - Fixed Cargo Crane



(LIEBHERR®, 2015)

Ilustración 35 - Travelling Cargo Crane



(LIEBHERR®, 2015)

Ilustración 36 - Crawler Crane



(SENNEBOGEN®, 2015)

Ilustración 37 - Wide Span Gantries



(portstrategy@, 2015)

2.3.2.1.2 Grúas de área de patio de contenedores

- Rubber Tyred Gantry Crane
- Rail Mounted Gantry Crane
- Straddle Carriers
- Automated Stacking Crane
- Wide Span Gantries

Ilustración 38 - Rubber Tyred Gantry Crane



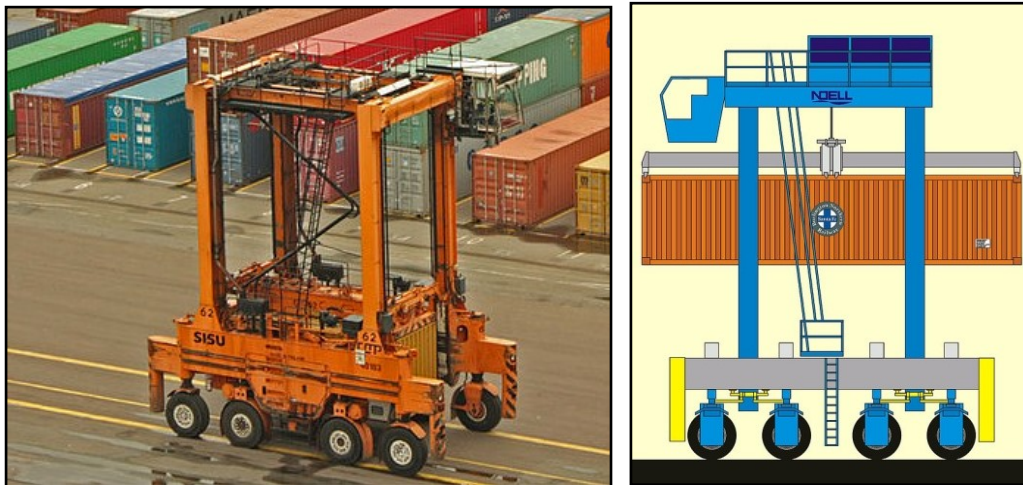
(SPRC, 2015)

Ilustración 39 - Rail Mounted Gantry Crane



(Liebherr Rail Mounted Gantry Container Crane).

Ilustración 40 - Carretilla pórtico o straddle carrier.



(WIKIPEDIA@).

2.3.2.1.3 Equipos montacargas de área de patio de contenedores.

- Reach stacker de 40 toneladas de capacidad.
- Top loaders de 40 toneladas.
- Empty Loader Container Handler.
- Montacargas (Forklift) de 30 toneladas, de 2,5 / 4,0 / 5,0 / 7,5 / 12 y 17 toneladas.
- SkyTrack Montacargas Telescópico Capacidad 4000 kg.

Ilustración 41 - Montacargas de área de patio de contenedores



(PUERTODEBARRANQUILLA@, 2015)

Ilustración 42 - Reach stacker



(PUERTODEBARRANQUILLA@, 2015)



Operación de carga con Reach stacker (Instalación portuaria de Compas S.A.).

Ilustración 43 - Top loaders



(TAYLOR@, 2015)



(COMPAS, 2015)

Ilustración 44 - Cargador de vacío o Empty Loader Container Handler



(TAYLOR@, 2015).

Ilustración 44 - Montacargas (Forklift)



(TAYLOR@, 2015)



(HYSTER@).

2.3.2.1.4 Equipos de Arrastre de área de patio de contenedores.

- Tracto camiones portuarios.
- Tráiler, mesar cornales.

Ilustración 46 - Equipos de Arrastre.



2.3.2.1.5 Equipos especializados en gráneles solido.

- Cargadores balde 4 m³
- Equipos de transferencia mecanizada para el recibo y despacho de productos.
- Tolvas.
- Bandas arrumadoras.
- Cucharas hidráulicas de 12 mts.³ y 1 cuchara de 21 mts.³
- Volquetas 18 m³

Ilustración 47 - Equipos para operación de granel solido (carbón coque) en puerto de barranquilla.



Ilustración 48 - Cargadores para operación de gránulos sólidos.



(PUERTO DE BARRAQUILLA)

Ilustración 49 - Equipos para operación de granel solido en sociedad portuaria de Palermo.



(SOCIEDADPORTUARIADEPALERMO@, 2015)

Ilustración 50 - Equipos de operación de granel solido en Puerto de Barranquilla.



Ilustración 51 - Equipos de operación de granel solido en Instalación Portuaria de Compas.



(COMPAS, 2015)

2.3.2.1.6 Criticidad de los equipos portuarios.

Los equipos portuarios en el proceso (o servicio) se clasifican según su criticidad de acuerdo a la afectación a la operación, afectación al medio ambiente, a las personas, a los costos de mantenimiento, a la imagen corporativa si llegan a fallar.

- Críticos.
- Semi-críticos
- No críticos.

Cada uno de los criterios se evalúa en un porcentaje de acuerdo a la política de cada puerto.

SEGURIDAD 25%	MEDIO AMBIENTE 25%	OPERACIÓN 30%	COSTO DE MANT. 15%	IMAGEN CORPORATIVA 5%
-------------------------	------------------------------	-------------------------	------------------------------	---------------------------------

Ilustración 52 – Criticidad de flotas de equipos.

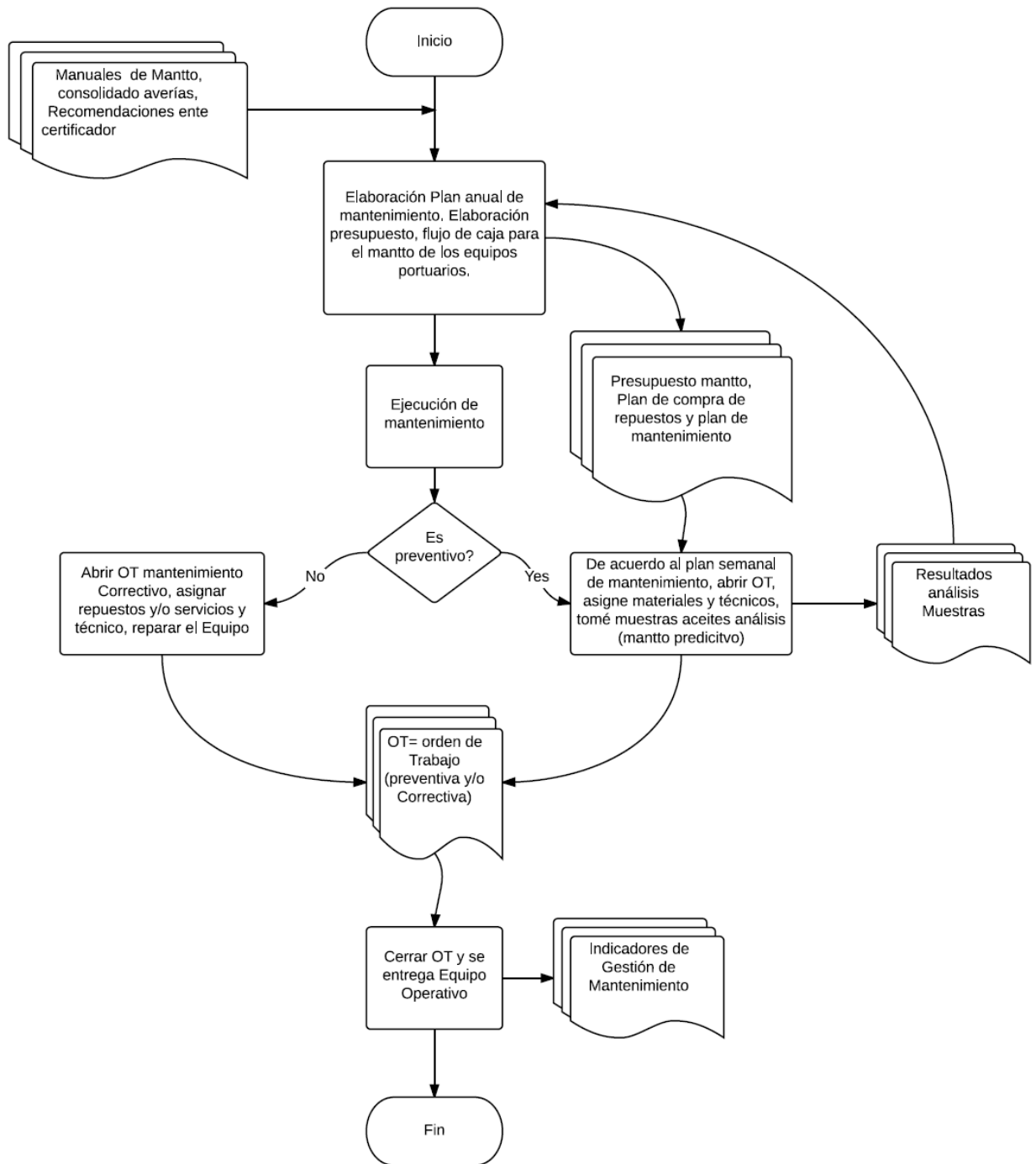
DESCRIPCION FLOTA	CRITICIDAD FLOTA	
GRUA MOBIL	82	CRITICO
GRUA PORTICO	82	CRITICO
REACHSTACKER	63	CRITICO
RTG	63	CRITICO
TOPLOADER	53	Semi-crítico
CARGADORES DE VACIO	53	Semi-crítico
SPREADER TELESCOPICO 20/40/45 FT	51	Semi-crítico
CUCHARA ELECTROHIDRAULICA	27,6	Semi-crítico
GANCHO ROTADOR	51	Semi-crítico
MONTACARGA	38,4	Semi-crítico
CARGADOR DE VACIO	42,4	Semi-crítico
MONTACARGA 16 TONELADAS	48	Semi-crítico
MONTACARGA 30 TONELADAS	48	Semi-crítico
MONTACARGA DE 2.5 TONELADAS	40	Semi-crítico
TRACTO CAMION (EQUIPOS DE ARRASTRE)	24	Semi-crítico
TRAILERS	12	No crítico
PLATAFORMA MTTO	27	Semi-crítico
MINICARGADOR DE RUEDAS	18	Semi-crítico
BASCULA CAMIONERAS 100T CLASE III	62	CRITICO
EQUIPOS ESTACIONARIOS GRÁNELES	80	CRITICO

2.3.2.1.7 Mantenimiento de Equipos Portuarios.

2.3.2.2 Principio Administrativo.

El objetivo principal del área de mantenimiento es que mediante una estrategia proactiva realizar el mantenimiento de los equipos portuarios de manera oportuna, al costo optimo, garantizando la seguridad del personal, el cuidado al medio ambiente y la calidad del servicio.

Ilustración 53 – Diagrama de flujo del Mantenimiento de Equipos Portuarios.



2.3.2.1.1 Plan de Mantenimiento

El plan maestro de mantenimiento normalmente es proyectado a un año, en dicho plan se establece la estrategia de mantenimiento de todos los equipos.

Es revisado cada 6 meses para evaluar que actividades van ejecutadas, las actividades que se pueden aplazar y las actividades que se deben adicionar de acuerdo al comportamiento que han presentado los equipos, al historial de intervenciones realizadas, a las horas de trabajos proyectadas anualmente, a la operación, a las proyecciones de carga, a nuevos negocios y a nuevos equipos.

2.3.2.3 Presupuesto de Mantenimiento por año.

El presupuesto de mantenimiento se elabora anualmente basado en el plan maestro de mantenimiento, una vez definido el plan de mantenimiento las variables de entrada para el presupuesto son los costos del año anterior, cotizaciones de proveedores, IPC, indicadores económicos, proyección de crecimiento de la carga a movilizar.

Una vez elaborado el presupuesto se presenta en las reuniones de presupuesto para aprobación.

La estrategia de mantenimiento de los equipos portuarios del puerto están definida de acuerdo a la criticidad de los equipos; los equipos considerados críticos en el puerto están estructurados y la estrategia de mantenimiento de la siguiente manera:

2.3.2.4 Estrategia de Mantenimiento para la Flota Grúas

Esta flota de equipos se consideran equipos críticos debido a que es un equipo que al momento de salir de servicio, no es un equipo de fácil reemplazo en dado caso que se necesite para la operación. Donde los costos de mantenimiento y operativos son altos si no se le da la debida atención. La estrategia para estos equipos tiene un enfoque de mantenimiento proactivo, donde es prioritario el mantenimiento basado en condición donde se aplican las técnicas de inspección basada en riesgo, técnicas de mantenimiento predictivo, inspecciones visuales. El mantenimiento preventivo o por sustitución de partes por tiempo pasa a un segundo plano sin desviarse de los parámetros establecidos por los fabricantes de los equipos.

2.3.2.5 Estrategia de Mantenimiento para la Flota Reachstackers

Esta flota de equipos se consideran equipos críticos debido a que es un equipo que al momento de salir de servicio, no es un equipo de fácil reemplazo en dado

caso que se necesite para la operación. Donde los costos de mantenimiento y operativos son altos si no se le da la debida atención. En un caso extremo de requerir un equipo de estas características por un tercero, se puede adquirir pero los costos de alquiler son elevados por la especialidad del equipo.

La estrategia para estos equipos tiene un enfoque de mantenimiento proactivo, donde es prioritario el mantenimiento basado en condición donde se aplican las técnicas de inspección basada en riesgo, técnicas de mantenimiento predictivo, inspecciones visuales.

2.3.2.6 Estrategia de Mantenimiento para la Flota Toploaders

Esta flota de equipos se consideran equipos Semi-críticos debido a que es un equipo que al momento de salir de servicio, no es un equipo de fácil reemplazo en dado caso que se necesite para la operación. Donde los costos de mantenimiento y operativos son altos si no se le da la debida atención. Estos equipos a diferencia de los Reachstackers no se pueden obtener por un tercero.

La estrategia para estos equipos tiene un enfoque de mantenimiento Predictivo donde es prioritario el mantenimiento basado en condición donde se aplican las técnicas de inspección basada en riesgo, técnicas de mantenimiento predictivo, inspecciones visuales.

2.3.2.7 Estrategia de Mantenimiento para la Flota Montacargas

Esta flota de equipos se consideran equipos Semi-críticos debido a que es un equipo que al momento de salir de servicio, es un equipo que se puede reemplazar en dado caso que se necesite para la operación.

La estrategia para estos equipos tiene un enfoque de mantenimiento predictivo, donde es prioritario el mantenimiento basado en condición donde se aplican las técnicas de inspección basada en riesgo, técnicas de mantenimiento predictivo, inspecciones visuales.

El mantenimiento preventivo o por sustitución de partes por tiempo pasa a un segundo plano sin desviarse de los parámetros establecidos por los fabricantes de los equipos.

2.3.2.8 Estrategia de Mantenimiento para la Flota Tractocamiones

Esta flota de equipo se considera como un equipo no crítico, debido a son equipos de fácil consecución y no siempre el que el equipo se encuentre fuera de servicio representa una pérdida significativa.

La estrategia para estos equipos tiene un enfoque de mantenimiento preventivo e inspecciones visuales y mantenimiento predictivo.

2.3.2.9 Estrategia de Mantenimiento para la Flota de Cargadores de Ruedas

Esta flota de equipos se consideran equipos Semi-críticos debido a que es un equipo que se puede reemplazar en dado caso que se necesite para la operación. La estrategia para estos equipos tiene un enfoque de mantenimiento predictivo, donde es prioritario el mantenimiento basado en condición donde se aplican las técnicas de inspección basada en riesgo, técnicas de mantenimiento predictivo, inspecciones visuales. El mantenimiento preventivo o por sustitución de partes por tiempo pasa a un segundo plano sin desviarse de los parámetros establecidos por los fabricantes de los equipos.

2.3.2.10 Estrategia de Mantenimiento para los Equipos Estacionarios Grúas

Este tipo de equipos se consideran equipos críticos debido a que al momento de salir de servicio, representa pérdidas significativas en la producción. La estrategia para este tipo de equipos tiene un enfoque de mantenimiento predictivo, donde es prioritario el mantenimiento basado en condición donde se aplican las técnicas de inspección basada en riesgo, técnicas de mantenimiento predictivo, inspecciones visuales y pruebas en vacío. El mantenimiento preventivo o por sustitución de partes por tiempo se incluye en la planeación del mantenimiento programado sin desviarse de los parámetros establecidos por los fabricantes de los equipos.

2.3.2.10.1 Programación de Mantenimiento.

La programación de mantenimiento se realiza en función del plan de mantenimiento. Una vez a la semana se hace la programación del mantenimiento de los equipos portuarios de la próxima semana y evalúan la programación ejecutada de la semana.

2.3.2.11 Programación del Mantenimiento Preventivo

La programación del mantenimiento preventivo se realiza la semana anterior a ejecución del mantenimiento, esta programación se realiza sobre la base de los

tiempos preestablecidos de recambio de elementos y la disponibilidad del equipo para ejecutar el mantenimiento la cual va amarrada a la programación operativa del equipo.

Además en esta programación se incluye los mantenimientos de las partes que por inspección previa, o por muestra a condición se hace necesario cambiarlas antes que fallen.

2.3.2.12 Programación del Mantenimiento preventivo por condición

La programación del mantenimiento predictivo se realiza de uno meses de anticipación antes de la ejecución, este tiempo depende de la adquisición de los recursos por parte de compras, este tiempo varia proporcional a la complejidad del mantenimiento y del recurso necesario para su ejecución.

2.3.2.13 Reparaciones Mayores

Las reparaciones mayores se derivan de un Inspecciones detalladas donde se verifican funcionalidad y seguridad del equipo, estas Inspecciones revisa las condiciones operativas, funcionales y de seguridad del equipo, aplicando las técnicas de mantenimiento predictivo, inspección basada en riesgo, inspecciones visuales. Se realiza un análisis del resultado de las revisión detallada del equipo, se realiza una valoración técnica y funcional del equipo posterior a la valoración se realiza un presupuesto estimado de la intervención. Posteriormente se realiza una evaluación de ingeniería cuyo objetivo es determinar si la intervención a realizar es viable técnica y econonómicamente. El proyecto debe cumplir ambos objetivos.

Una vez ejecutada la intervención se hace un informe final de de la ejecución del proyecto. Este informe debe indicar en detalle las intervenciones realizadas al equipo, el tiempo de ejecución, los costos de la reparación, el tiempo de amortización de la reparación, los resultados y beneficios de haber realizado la reparación y a la Dirección de Operaciones se hará entrega el equipo mediante un Acta de Puesta en servicio el Equipo después de una reparación mayor.

2.3.2.13.1.1 Ejecución del Mantenimiento

El procedimiento de la ejecución de mantenimiento aplica para todos los tipo de mantenimiento, incluido las reparaciones mayores.

Se abre la OT, la orden de trabajo debe contener el tipo de trabajo a realizar, los materiales requeridos para ejecutar la reparación, las fechas de ejecución de trabajo, las horas de trabajo, el trabajo ejecutado y la revisión por el responsable del equipo.

Se hace entrega de la OT al personal asignado a este mantenimiento, para realizar la ejecución del mismo.

El mantenimiento se ejecuta de acuerdo a las instrucciones del formato establecido en la OT.

Al finalizar el mantenimiento se realiza la inspección final por parte quien supervisa el trabajo.

Se cierra el Trabajo y se entrega el Equipo a Operaciones, la OT posteriormente se archiva en la hoja de vida del equipo.

Se entrega y notifica a operaciones mediante Acta de Entrega de Equipos que el o los Equipos esta o están Disponibles para operar.

2.3.2.13.1.2 Seguimiento a los Resultados.

Para el seguimiento al programa de mantenimiento se realizan las siguientes actividades:

- Revisión diaria de los equipos.
- Inspecciones programadas.
- Control de Pedidos.
- Actas de entrega de equipos.
- Estadística de disponibilidad de los equipos
- Cierre Orden de trabajo.

2.3.3 Indicador de gestión aplicado al mantenimiento de los equipos portuarios.

La modelación de la disponibilidad para los equipos portuarios está basada en indicadores puntuales e instantáneos.

$$\text{Disponibilidad Inherente} = A_I = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Definición: Disponibilidad Inherente

A_I del sistema, es la probabilidad de que el sistema opere satisfactoriamente cuando sea requerido en cualquier tiempo bajo las condiciones de operaciones especificadas y un entorno ideal de soporte logístico, es decir, con la disponibilidad adecuada de personal, repuestos, herramientas, equipos de prueba y demás, sin considerar ninguna demora logística o administrativa (Blanchard y otros, 1994;127).

Desempeño Indicador de Disponibilidad Equipos Portuarios con respecto a la meta fijada a cumplir durante el 2014 (80 %).

Ilustración 54 – Disponibilidad Equipos Terrestres

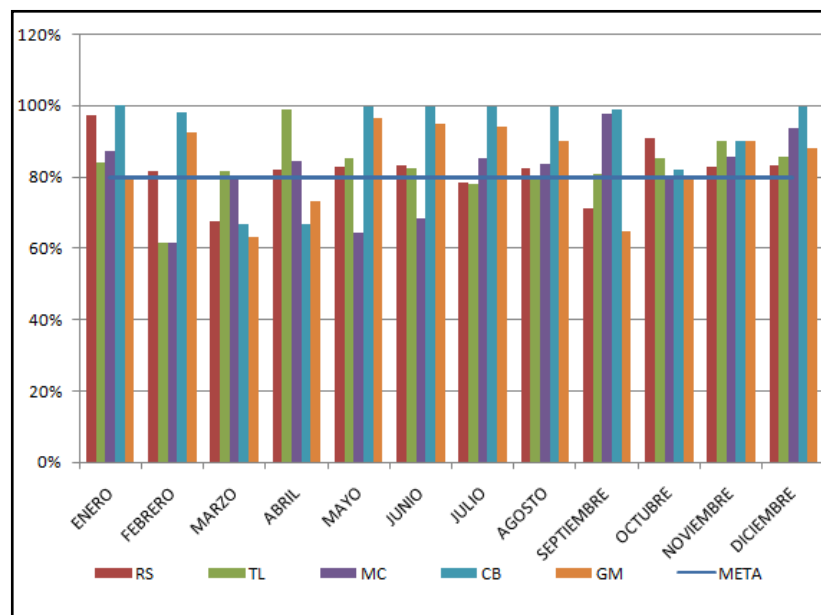
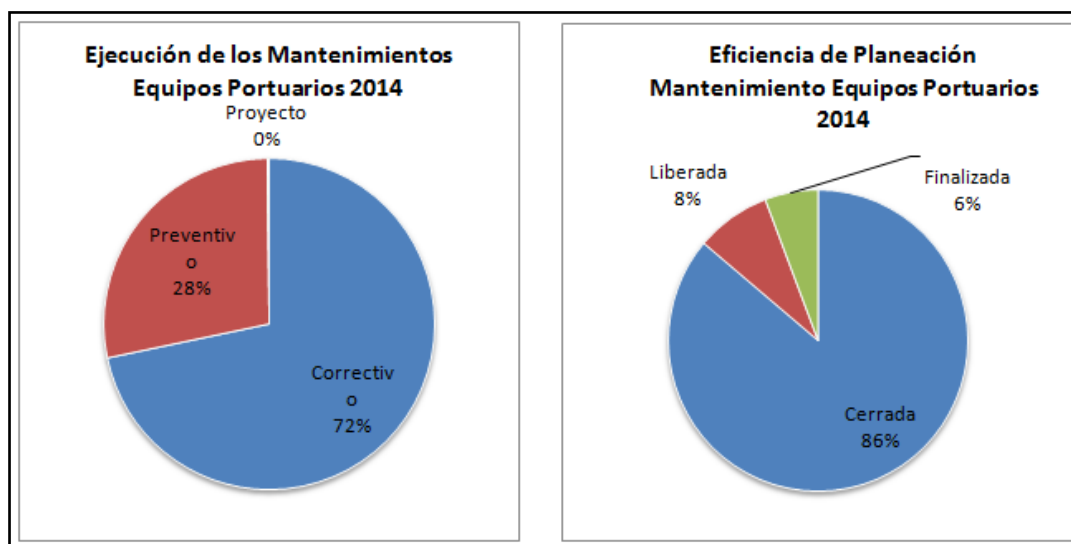


Ilustración 55 – Desempeño Indicador de Planeación Mantenimientos de equipos portuarios terrestres de una empresa del sector.



Desempeño Planeación Mantenimiento 2014		
	TOTAL ORDEN DE TRABAJO	1069
Tipo Mantenimiento	Correctivo	768
	Preventivo	301
	Proyecto	2
Estado OT	Cerrada	920
	Liberada	86
	Finalizada	61

2.3.4 Caracterización del proceso de mantenimiento

Esta fase descriptiva es una herramienta ampliamente utilizada de mejoramiento continuo de los procesos de mantenimiento de los puertos como parte de sus sistemas de gestión de calidad bajo el enfoque ISO, con fines de identificar los aspectos, componentes, actores y actividades que suceden en el Planificar, hacer, verificar y actuar. Bajo el enfoque de ciclo PHVA aplicado al mantenimiento de los equipos portuarios (Planificar, hacer, verificar y actuar) se logra optimizar y mejorar la calidad, los costos de mantenimiento de los equipos utilizados para la operación.

Ilustración 54 - Ciclo Deming PHVA aplicado al mantenimiento



Ejemplo de caracterización del proceso de mantenimiento bajo el enfoque de ciclo PHVA.

Ilustración 55 - Ciclo PHVA Mantenimiento

MISIÓN			GARANTIZAR LA FUNCIONALIDAD DE LOS ACTIVOS BAJO UN ESQUEMA SOSTENIBLE		
RESPONSABLE			Responsable del proceso de mantenimiento.		
TALENTO HUMANO			Talento humano Competente		
RECURSOS (Humanos, Tecnológicos, Financieros e infraestructura)			Repuestos e insumos de calidad		
			Herramientas de apoyo		
INDICADORES			Indicadores de Desempeño de la Gestión de Mantenimiento		
ENTRADAS			ACTIVIDADES	SALIDAS	
PLANEAR	Que Recibe	Proceso /Cargo	Identificación de Actividades	Qué entrega	Proceso/ cargo
	Recomendaciones fabricantes de equipos portuarios	Fabricante Equipos	Elaborar Plan Anual de Mantenimiento de Los Equipos Portuarios.	Propuesta para reposición de equipos	Gerencia de Puerto
	Recomendaciones por entes certificadores de Equipos portuarios	Empresas Certificadoras		Presupuesto Anual de Mantenimiento para Aprobar	
	Requisitos de Norma	Organizaciones externas	Estrategia de mantenimiento anual.	Plan de mantenimiento	
	Solicitudes de averías de los Equipos	Responsable proceso de operaciones			
	Inspecciones	Responsable Mantenimiento	Elaborar el Presupuesto anual de mantenimiento.	solicitudes de compras de bienes y servicios	Compras y Almacén

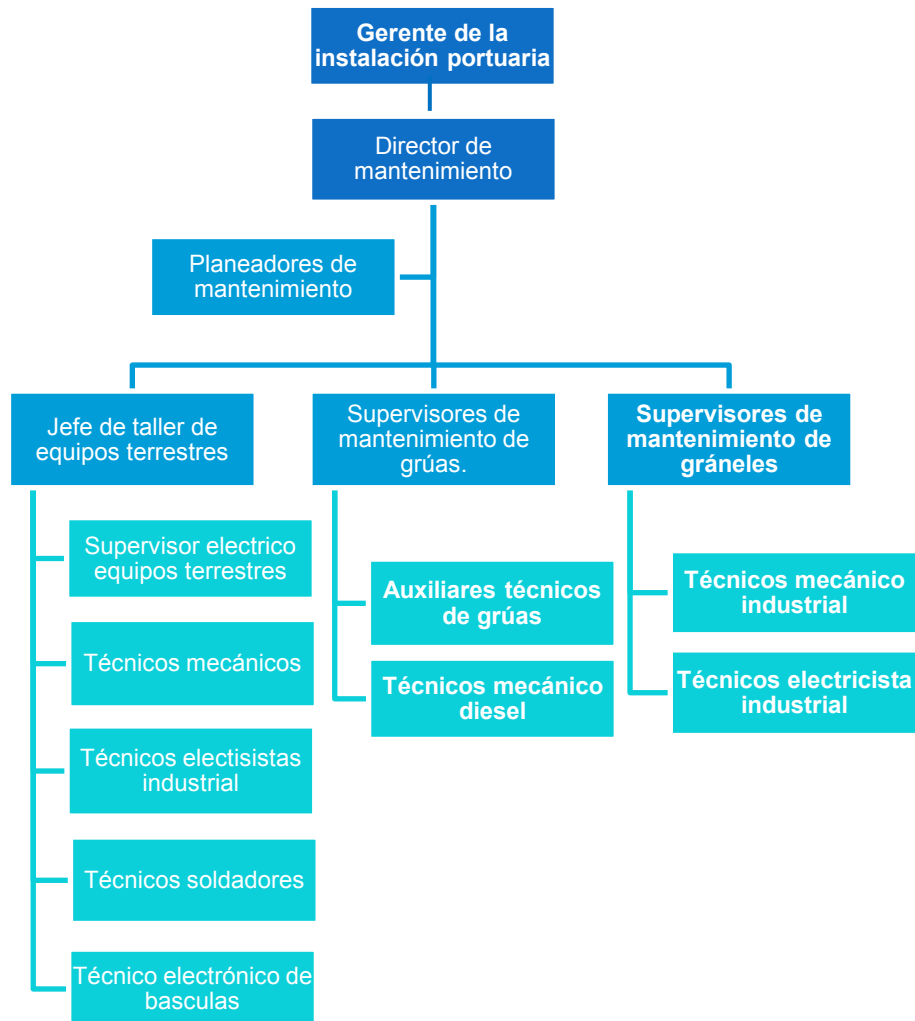
HACER	Backlog	Responsable proceso de operaciones /Responsable proceso de mantenimiento	OT	solicitudes de compras de bienes y servicios	Compras y Almacén
	Situación de puerto	Responsable proceso de operaciones			
	Frecuencia de uso de equipos	Fabricante de Equipos	Programación de Mantenimiento	Programación Semanal de Mantenimiento	Responsable Proceso de Operaciones
	Resultados de Inspecciones Predictivas	Responsable realiza la medición			
VERIFICAR	Resultados de Inspecciones Predictivas	Responsable realiza la medición	Verificar actividades de mantenimientos desarrollados de acuerdo a lo planeado.	Indicadores de Gestión de Mantenimiento	Gerencia de Puerto
	Vigencia de los Certificados Equipos portuarios.	Laboratorio de Metrología Avalado/ Entidad Certificadora	Verificar y seguimiento a pedido de recursos necesarios para realizar la reparación.	Equipos disponibles y aptos Para operar	Responsable proceso de Operaciones
ACTUAR	Desempeño de Indicadores	Todos los procesos	Implementación de acciones de mejoras	Mejora Continua en la Gestión de Mantenimiento	Gerencia de Puerto
	Auditorías Internas y externas		Toma de decisiones para la asignación de recursos y mejoras o cambios en los procesos		

El ciclo de PHVA aplicado a la gestión de mantenimiento en los puertos es visto como una metodología para controlar el proceso de esta área y obtener resultados deseados, sin que ocurran desvíos con relación a la confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad, costos de los activos.

2.3.5 Estructura organizacional y funcional de mantenimiento

La organización es bastante plana y funcional, donde cada persona asume sus rol de manera entrenada y organizada, siguiendo una estructura de orden nacional.

Ilustración 45 - Estructura organizacional y funcional de mantenimiento



2.4 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 2

El capítulo entrega las principales características, equipos, problemas, bondades, amenazas y demás en cuanto mantenimiento en sistemas portuarios colombianos.

Al igual entrega las variables del método ASAF, que sumada a las anteriores son una fuente fidedigna e infinita de VCM.

3 ANÁLISIS ESTRATÉGICO

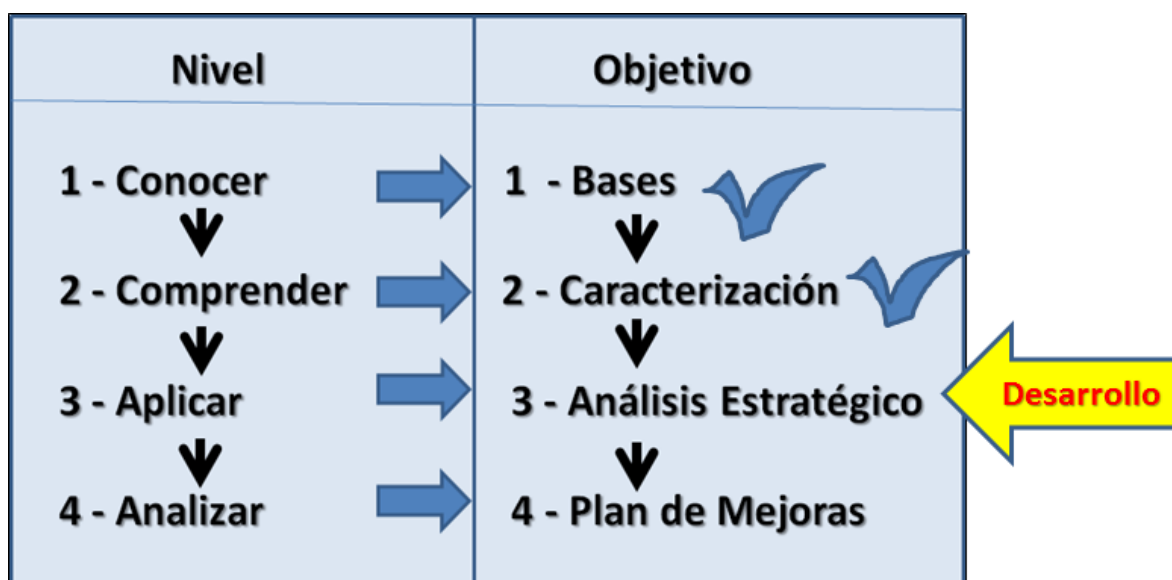
3.1 OBJETIVO 3

Realizar el análisis del nivel estratégico de mantenimiento en la empresa portuaria mediante las metodologías ASAF, DIE y AIC. - Nivel 3 - Aplicar

3.2 INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO 3

Las metodologías combinadas técnicas, proyectivas y prospectivas, respectivamente ASAF, DIE y AIC, propenden el conocimiento de las variables claves futuras relevantes e impactantes en el mantenimiento, por ello el capítulo presenta su realización, aplicación y desarrollo en el Grupo de Expertos de una Empresa Portuaria con presencia de diferentes ciudades del el país en ejercicios realizados en la ciudad de Cartagena en el mes de Abril de 2015.

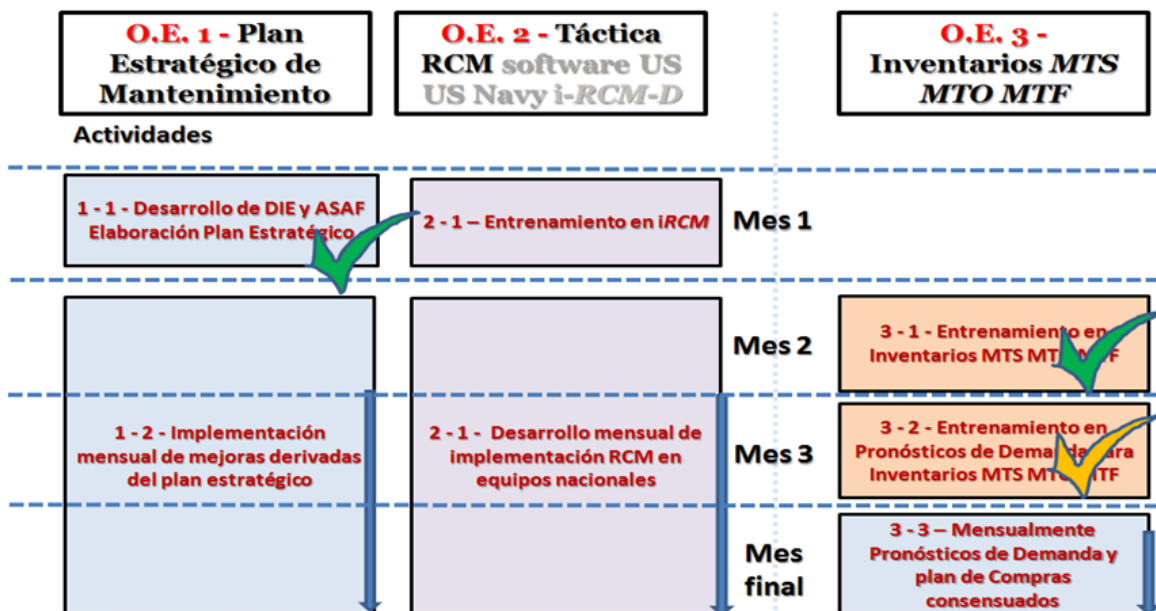
Ilustración 46 - Avance en el capítulo 3



3.3 DESARROLLO DEL CAPÍTULO 3

El proceso se inicia con una concientización previa de las directivas locales y nacionales de las áreas técnicas de la empresa portuaria, el experto toma aproximadamente seis meses en integrar las tres etapas relevantes del proyecto: planeación estratégica futurística, que es la que aborda este proyecto, inventarios de repuestos y la implementación del RCM - Mantenimiento Centrado en Confiabilidad; lo cual se lleva a cabo con la Vicepresidencia Operativa de la Compañía en Bogotá y con la Dirección nacional de Mantenimiento en la ciudad de Cartagena, una vez satisfechos estos protocolos propios, se da inicio al proyecto, el cual presenta la siguiente agenda.

Ilustración 47 - Cronograma propuesto y desarrollado



3.3.1 Objetivos Específicos del proyecto aplicado

El primero de ellos, versa sobre:

3.3.1.1 Uno - Planeación estratégica de Mantenimiento

Implementar las acciones de mejora del proceso Mantener, derivadas de un Plan Estratégico, en aras de maximizar la operatividad de los equipos utilizados en las operaciones del puerto, mediante la elaboración, puesta en marcha e implementación de un Plan de acciones claves en los procesos relevantes de Operación y Mantenimiento, a partir de un Diagnóstico Integral y Específico - DIE BS3811, acompañado de un Análisis de Situación Actual y Futura - ASAF de los cuatro niveles claves de operación y mantenimiento.

A continuación se realiza:

3.3.1.2 Dos - Planear la Táctica RCM de Mantenimiento

Desarrollar la Táctica de mantenimiento y operación RCM en los equipos de operación de las diferentes instalaciones nacionales de la compañía portuaria, mediante el software U.S. Navy i-RCM-D con acompañamiento de COMPAÑÍA DE APOYO LOGÍSTICO, con transferencia tecnológica pertinente de la metodología universal RCM-D, con el fin de que la organización portuaria adquiera la experiencia, los conocimientos, las limitaciones, las normas, el manejo, la aplicación y el dominio suficiente por de la software US Navy i-RCM-D para lograr la pronta optimización de su Proceso Mantenimiento.

Y por último (aunque todos están entrelazados en el tiempo, indudablemente el de Planeación Estratégica del mantenimiento en la Empresa Portuaria, es el inicial y vital primario en el tiempo):

3.3.1.3 Tres – Implementar la Metodología de Inventarios MTS MTF MTO

Garantizar la fluidez y la trazabilidad permanente de los procesos de mantenimiento y/u operación (máxima confiabilidad y funcionalidad), que requieren e implican inventarios, mediante la satisfacción de su demanda de insumos, repuestos y consumibles previstos y requeridos, tanto en cantidad y oportunidad, con el mínimo capital de trabajo, sin agotados, ni excesos y sin obsoletos, con ahorros progresivos mensuales, utilizando las mejores metodologías y prácticas internacionales de inventarios *MTS MTO MTF* y pronósticos certeros de demanda anticipada.

Lógicamente la primera etapa a realizar, Es el objetivo uno que contempla la aplicación instrumental real de tres Metodologías en simultáneo y ordenadas secuencialmente, así: DIE, ASAF y AIC; las cuales en conjunto son la esencia principal del Objetivo uno del proyecto aplicado.

3.3.2 DIE - Diagnóstico Integral específico

Esta metodología se fundamenta en el desarrollo Flash Audit Británico, el cual contempla doce (12) áreas de trabajo a investigar, así:

Ilustración 48 - DIE Tópicos y Áreas

Área	Tópico	Número de preguntas por tópico	Número de preguntas por área	Porcentaje de preguntas que cubre
1 - Estado de la relación entre las áreas de mantenimiento y producción			34	
a) Comunicación y relaciones		6		
b) Métodos de intervención		9		
c) Percepción del nivel de mantenimiento preventivo		11		
d) Medición de la función de mantenimiento por el área de producción		8		
				8.81%
2 - Los niveles superiores como observan a mantenimiento			31	
a) Posición de mantenimiento en la estructura y organigrama de la empresa		9		
b) Ubicación del recurso humano y su mano de obra dentro de la empresa		7		
c) Opinión sobre mantenimiento		8		
d) Importancia que se da a los recursos financieros		7		
				8.03%
3 - Percepción interna y propia de mantenimiento			26	
a) Importancia que se da a la organización en mantenimiento		10		
b) Manejo, gestión y análisis de datos y registros en mantenimiento		8		
c) Mantenimiento preventivo		8		
				6.74%
4 - Grado de disponibilidad de equipos			22	
a) Sistema de registro e información histórica de mantenimiento y operación de equipos		12		
b) Análisis y utilización de los datos de información y registros históricos		10		
				5.70%
5 - Conocimiento de los costos de mantenimiento.			20	
a) Registro, análisis y utilización de los costos históricos de mantenimiento		13		
b) Análisis de los costos presentes en mantenimiento		7		
				5.18%

Área	Tópico	Número de preguntas por tópico	Número de preguntas por área	Porcentaje de preguntas que cubre
6 - Métodos y preparación de las tareas de mantenimiento	a) Nivel de preparación de los trabajos de mantenimiento para el área de producción	12	66	17.10%
	b) Registro histórico de intervenciones y demandas de trabajos de mantenimiento	7		
	c) Análisis del sistema actual de planeación y preparación de tareas de mantenimiento	10		
	d) Planeación de los trabajos de mejoras y rediseños de equipos	7		
	e) Mantenimiento planeado, su planeación y preparación	9		
	f) Planeación y consecución de repuestos y piezas de recambio	10		
	g) Manejo de la documentación e información técnica	11		
	7 - Planeación de las actividades de mantenimiento	a) Programación de las tareas de mantenimiento		
b) Cronograma y ejecución de todas las actividades de mantenimiento		10		
8 - Manejo y gestión de inventarios.	a) Manejo en general de inventarios de repuestos e insumos de mantenimiento.	7	56	14.51%
	b) Sistema de información, registro, entradas, salidas, pedidos, stocks, etc. de los repuestos en inventario	10		
	c) Listado de repuestos	18		
	d) Gestión y manejo de repuestos	12		
	e) Compras, pedidos, proveedores, reposición de inventarios, etc. de los repuestos	9		
9 - Actividades y roles de los miembros del equipo de mantenimiento	a) En cuanto a mantenimiento	21	29	7.51%
	b) En relación a la seguridad	8		
10 - Manejo de Recursos Humanos en mantenimiento	a) Indicadores, tasas y rendimientos de la mano de obra física e intelectual	10	34	8.81%
	b) Gestión del recurso humano en mantenimiento y su mano de obra y utilización	9		
	c) Proporción de mano de obra preventiva, predictiva y correctiva en mantenimiento	4		
	d) Aspectos de productividad y motivación del personal de mantenimiento	11		
11 - Gestión y manejo de recursos físicos y materiales en mantenimiento	a) Documentación técnica	10	27	6.99%
	b) Utensilios, equipos y herramientas de mantenimiento	11		
	c) Infraestructura	6		
12 - Capacitación y entrenamiento en mantenimiento	a) Importancia del entrenamiento y de la capacitación en mantenimiento	18	18	4.66%

Estas doce áreas son evaluadas por múltiples preguntas, las cuales a su vez están agrupadas en tópicos especializados, propios del área en cuestión, cada

pregunta tiene tres opciones, las cuales versan sobre no tener nada implementado con valor de 3, algo intermedio instalado con valor de 2 y en el caso de estar muy bien en la pregunta se obtiene una calificación de 1, es el valor que representa el mejor estado.

3.3.2.1 Realizaciones a la fecha

La inauguración del Proyecto, tuvo lugar el día miércoles 8 de abril a las 9 am, la cual tuvo una acogida especial de la Compañía y en dicho evento estuvieron presentes Funcionarios de diferentes áreas y ciudades donde la compañía tiene actividades, en especial se contó con las palabras de apertura y explicación del proyecto por parte del Vicepresidente Operaciones, Director General Mantenimiento y Directivos de otras instalaciones portuarias de la compañía.

3.3.2.1.1 Realización de Planeación Estratégica de Mantenimiento Objetivo 1

Para llevar a cabo el Objetivo 1-1, se desarrollan tres etapas, una para cada instrumento; lo que en conjunto brinda las áreas de potencial interés y de mayor posibilidad de mejoramiento en el Mantenimiento estratégico en el corto, mediano y largo plazo.

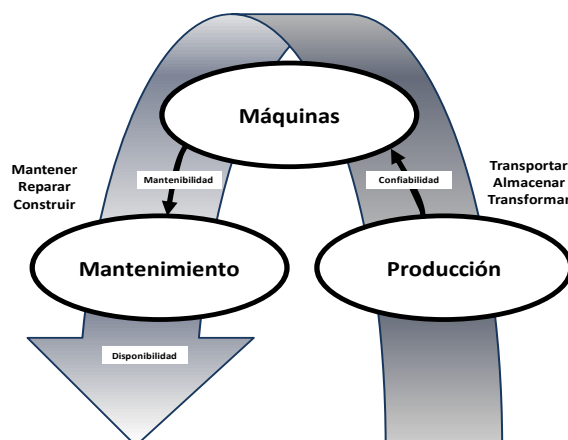
Para esto se realizan tres instrumentos: DIE (Diagnóstico Integral y Específico), ASAF (Análisis de Situación Actual y Futuro) y el AIC (Análisis prospectivo de Impacto Cruzado).

A cada una de las realizaciones se le dedicó un día de período lectivo entre realización, análisis, construcción y confrontación de resultados.

Dados que los Instrumentos DIE y ASAF, son independientes y alimentan sus resultados al AIC, se realizaron de forma inicial los dos primeros días; se aclara que AIC también es independiente pero sus variables insumos son los resultandos en este caso del DIE y del ASAF.

La metodologías de Diagnóstico Integral y Especifico contempla la posibilidad de revisar doce (12) Tópicos estratégicos del mantenimiento, los cuales a su vez se subdividen en áreas relevantes y en cada una de estas secciones se tienen preguntas; las cuales son respondidas por los tres Actores relevantes de Mantenimiento.

Ilustración 49 - Elementos estructurales de ingeniería de fábricas



(Mora, 2007b)

Los Tópicos, Áreas relevantes y Preguntas del DIE, se describen a continuación.

Ilustración 50 - Participantes en DIE

Área Gerencial		Ciudad
1	Líder de desarrollo organizacional	Corporativo
2	Líder infraestructura	Cartagena
3	Gerente de operaciones	Tolú
4	Gerente de LA Instalación Portuaria	Tolú
5	Líder de Compras	Cartagena
6	Gerente de LA Instalación Portuaria	Barranquilla
7	Director de mantenimiento	Cartagena
8	Jefe de operaciones de Gráneles	Cartagena
Área de Operaciones		
1	Supervisor de Equipos	Cartagena
2	Coordinador de Operaciones Centro Logístico	Cartagena
3	Supervisor de operaciones terrestre	Cartagena
4	Planeador de operaciones	Cartagena
Área de Mantenimiento		
1	Profesional de mantenimiento	Barranquilla
2	Supervisor de equipos grúas	Cartagena
3	Jefe de taller	Cartagena
4	Supervisor de mantenimiento eléctrico Gráneles	Buenaventura
5	Técnico mantenimiento Bascula	Cartagena
6	Técnico Electricista de Equipos móviles	Cartagena
7	Técnico soldador	Cartagena
8	Técnico Mantenimiento Mecánico	Cartagena

Ilustración 51 - DIE Tópicos – Área – Cantidad de Cuestionamientos por áreas

Área de Medición - Tópico de Mantenimiento	Ordinal	Número de Tópico	Categoría de las variables	Variable a medir
1 - Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mto.)	1	1	Comunicaciones y Relaciones	¿Hay una línea de comunicación entre usted (Mantenimiento) y el personal de producción?
	2	2	Comunicaciones y Relaciones	¿Es fácil la comunicación entre departamentos y entre personas?
	3	3	Comunicaciones y Relaciones	¿Las demandas para intervenciones vienen desde Producción?
	4	4	Comunicaciones y Relaciones	¿Observa muchas intervenciones de Mantenimiento sin la consulta de Producción?
	5	5	Comunicaciones y Relaciones	¿Estas intervenciones se hacen en la forma de Mantenimiento Preventivo?
	6	6	Comunicaciones y Relaciones	¿Observa mucho tiempo perdido entre las demandas y las intervenciones?
	7	7	Método de Intervención	¿Los operarios de producción también están desempeñando un papel en Mantenimiento?
	8	8	Método de Intervención	¿Los operarios son obligados a intervenir en vez de Mantener?
	9	9	Método de Intervención	¿Los operarios están registrando los detalles de sus intervenciones?
	10	10	Método de Intervención	¿El Mantenimiento registra los contenidos de las intervenciones de los operarios?
	11	11	Método de Intervención	¿Hay intervenciones para Mantenimiento sin una forma de ser completadas?
	12	12	Método de Intervención	¿Están registradas las demandas para las intervenciones ?
	13	13	Método de Intervención	¿Usted realiza un control de calidad después de cada intervención?
	14	14	Método de Intervención	¿Existe un control formal de la información obtenida de los reportes de cada intervención?
	15	15	Método de Intervención	¿El equipo que es técnicamente mantenido es conocido por Mantenimiento?
	16	16	Percepción del Mantenimiento Preventivo (Nivel de Mantenimiento)	¿Es usted directamente responsable del correcto funcionamiento de una o varias máquinas o de equipos?
	17	17	Percepción del Mantenimiento Preventivo (Nivel de Mantenimiento)	¿Existe un programa de Mantenimiento preventivo?
	18	18	Percepción del Mantenimiento Preventivo (Nivel de Mantenimiento)	¿La introducción del mantenimiento preventivo causa problemas?
	19	19	Percepción del Mantenimiento Preventivo (Nivel de Mantenimiento)	¿Usted ajusta (electricistas) o aprieta tuercas (mecánicos), tubos, accesorios, conexiones, etc.?
	20	20	Percepción del Mantenimiento Preventivo (Nivel de Mantenimiento)	¿Lubrica y ajusta regularmente sus máquinas?
	21	21	Percepción del Mantenimiento Preventivo (Nivel de Mantenimiento)	¿Conoce los tipos de lubricantes o los tipos de ajuste necesarios para cada una de sus máquinas?
	22	22	Percepción del Mantenimiento Preventivo (Nivel de Mantenimiento)	¿Visita sistemáticamente sus máquinas o equipos?
	23	23	Percepción del Mantenimiento Preventivo (Nivel de Mantenimiento)	¿Controla el estado de sus máquinas o equipos?
	24	24	Percepción del Mantenimiento Preventivo (Nivel de Mantenimiento)	¿Interviene de acuerdo a un programa regular?
	25	25	Percepción del Mantenimiento Preventivo (Nivel de Mantenimiento)	¿El programa se ha elaborado con la ayuda de la gente de producción?
	26	26	Percepción del Mantenimiento Preventivo (Nivel de Mantenimiento)	¿Existe un planeación de todas o unas partes de las operaciones, visitas y controles?
	27	27	Percepción de la Función de Mantenimiento por Producción	¿Usted siempre llama Mantenimiento con procedimientos definidos?
	28	28	Percepción de la Función de Mantenimiento por Producción	¿Respeto estos procedimientos incluso en caso de averías o en circunstancias imprevistas?
	29	29	Percepción de la Función de Mantenimiento por Producción	¿Llama a Mantenimiento en caso de la limpieza de sus máquinas?
	30	30	Percepción de la Función de Mantenimiento por Producción	¿Llama a Mantenimiento en caso del control simple de niveles?
	31	31	Percepción de la Función de Mantenimiento por Producción	¿Llama a Mantenimiento en caso de cambiar fusibles?
	32	32	Percepción de la Función de Mantenimiento por Producción	¿Llama a Mantenimiento en caso de ajustes elementales?
	33	33	Percepción de la Función de Mantenimiento por Producción	¿Divulga los detalles de la intervención por la producción al mantenimiento?
	34	34	Percepción de la Función de Mantenimiento por Producción	¿Considera al departamento de Mantenimiento tan importante como el de Operación o Producción?
2 - Percepción de las jerarquías superiores de Mto.	35	1	Posición de la Estructura del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿Existe una Carta o Estructura o Diagrama o Mapa Organizacional en su compañía?
	36	2	Posición de la Estructura del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿Existe un diagrama organizacional específico para mantenimiento?
	37	3	Posición de la Estructura del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿Conoce las personas que conforman la fuerza de trabajo o mano de obra en mantenimiento?
	38	4	Posición de la Estructura del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿La mano de obra corresponde con el diagrama organizacional?
	39	5	Posición de la Estructura del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿Cada posición jerárquica de la estructura organizacional de mantenimiento corresponde con el trabajo real?
	40	6	Posición de la Estructura del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿Piensa usted que es útil o no, hacer que las tareas de mantenimiento las realice directamente la producción?
	41	7	Posición de la Estructura del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿Piensa que es útil darle mantenimiento el poder de decisión para definir su propia política así como sus medios de acciones?
	42	8	Posición de la Estructura del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿Puede mantenimiento decidir cuando reparar o modificar el equipo y la maquinaria estratégica?
	43	9	Posición de la Estructura del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿El mantenimiento participa en la compra de nuevos equipos?
	44	10	Posición de la Mano de Obra del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿Aplican los mismos criterios de promoción de personal tanto en producción como en mantenimiento, en sus carreras profesionales?
	45	11	Posición de la Mano de Obra del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿Son las posibilidades de promoción iguales para el personal de producción y de mantenimiento?
	46	12	Posición de la Mano de Obra del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿Utiliza la misma estructura de pago para el personal de producción que para el de mantenimiento?
	47	13	Posición de la Mano de Obra del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿Utiliza la misma estructura de bonos y premios para el personal de producción que para el de mantenimiento?
	48	14	Posición de la Mano de Obra del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿Tienen en su empresa el mismo trato y oportunidades de mejora el personal de producción y el de mantenimiento?
	49	15	Posición de la Mano de Obra del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿En su jubilación, puede una persona del mantenimiento esperar lograr el mismo alto nivel que sus contrapartes de la producción?
	50	16	Posición de la Mano de Obra del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿La gerencia del área o de la planta, en su compañía viene de mantenimiento o de operación?
	51	17	Opinión de Mantenimiento	¿Conoce los costos globales de Mantenimiento?
	52	18	Opinión de Mantenimiento	¿Qué parte del presupuesto de trabajo es consumida por el mantenimiento?
	53	19	Opinión de Mantenimiento	¿Piensa que el nivel técnico de los intervenciones ejecutadas y realizadas por el mantenimiento es provechoso a la compañía?
	54	20	Opinión de Mantenimiento	¿Piensa que mantenimiento ayuda a lograr las metas y los objetivos de operación, funcionalidad de equipos y de su empresa?
	55	21	Opinión de Mantenimiento	¿Desde este punto de vista, piensa que los costos de mantenimiento están justificados?
	56	22	Opinión de Mantenimiento	¿Piensa que el mantenimiento puede ayudarle a mantener una alta disponibilidad en sus equipos?
	57	23	Opinión de Mantenimiento	¿Piensa que el mantenimiento puede ayudarle a mejorar la seguridad y el entorno de trabajo?
	58	24	Opinión de Mantenimiento	Considerando sus respuestas, ¿en cuales categorías usted ubicaría al mantenimiento?
	59	25	Importancia dado el Significado Financiero	¿Conoce el presupuesto para el mantenimiento?
	60	26	Importancia dado el Significado Financiero	¿Hay las líneas presupuestarias específicas y detalladas, para las diferentes actividades del mantenimiento?
	61	27	Importancia dado el Significado Financiero	¿Son estas líneas presupuestarias específicas suficientes?
	62	28	Importancia dado el Significado Financiero	¿Tiene un presupuesto específico para el entrenamiento del personal del mantenimiento?
	63	29	Importancia dado el Significado Financiero	¿Piensa que este presupuesto cubre las necesidades de entrenamiento?
	64	30	Importancia dado el Significado Financiero	¿Tiene algunos indicadores e índices para ayudarle a mantenimiento a manejar y mejorar sus costos y presupuesto?
	65	31	Importancia dado el Significado Financiero	¿Para mejorar funcionamientos, usted utiliza a menudo estos indicadores?

Área de Medición - Tópico de Mantenimiento	Ordinal	Número de Tópico	Categoría de las variables	Variable a medir
3 - Percepción del Departamento de Mantenimiento por Mantenimiento	66	1	Posición de la Estructura del Mantenimiento dentro de la Compañía	En caso de que falla o de pérdida de funcionalidad de los equipos, quien reporta el daño?
	67	2	Posición de la Estructura del Mantenimiento dentro de la Compañía	Después de una intervención o reparación, ¿se anotan los detalles del trabajo realizado?
	68	3	Posición de la Estructura del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿Hay un intercambio permanente de información de los detalles de los trabajos entre producción y mantenimiento?
	69	4	Posición de la Estructura del Mantenimiento dentro de la Compañía	En la práctica, ¿la organización permite estos intercambios?
	70	5	Posición de la Estructura del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿Dónde archiva la información y los detalles de los trabajos realizados por mantenimiento?
	71	6	Posición de la Estructura del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿Hay preparación de las intervenciones rutinarias de mantenimiento?
	72	7	Posición de la Estructura del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿Hay preparación de los trabajos e intervenciones especiales (no ocasionales) en las máquinas que afectan la operación?
	73	8	Posición de la Estructura del Mantenimiento dentro de la Compañía	¿Tiene una oficina técnica que sea parte de mantenimiento?
	74	9	Importancia dada a la entrada de datos y al análisis de datos	Para las operaciones del mantenimiento, ¿se elabora un informe de la ejecución?
	75	10	Importancia dada a la entrada de datos y al análisis de datos	¿Se comprueban las horas trabajadas reales?
	76	11	Importancia dada a la entrada de datos y al análisis de datos	¿Están descritas y relacionadas de forma detallada, las piezas de repuestos utilizadas y los artículos registrados?
	77	12	Importancia dada a la entrada de datos y al análisis de datos	¿Recibe información el departamento de Mantenimiento en caso de que sea Operación quien repare o intervenga las máquinas?
	78	13	Importancia dada a la entrada de datos y al análisis de datos	¿Se analiza y se evalúan dichos informes de ejecución de trabajos en las máquinas?
	79	14	Importancia dada a la entrada de datos y al análisis de datos	¿Qué se hace con los reportes de tiempo de las intervenciones de trabajos realizados en las máquinas?
	80	15	Importancia dada a la entrada de datos y al análisis de datos	¿Qué se hace con los informes de repuestos, de los consumibles o insumos usados en los trabajos de mantenimiento?
	81	16	Importancia dada a la entrada de datos y al análisis de datos	¿Existe un análisis serio de los informes sobre los trabajos de mantenimiento, en términos de tiempos y recursos?
	82	17	Importancia dada a la entrada de datos y al análisis de datos	¿Hay una actualización permanente de la información?
	83	18	Importancia dada a la entrada de datos y al análisis de datos	Al analizar la información de las actividades de mantenimiento, ¿piensa que hay buena retroalimentación al personal técnico?
	84	19	Mantenimiento Preventivo	¿Existe un programa de Mantenimiento Preventivo?
	85	20	Mantenimiento Preventivo	¿Comprueban permanente y sistemáticamente el estado de funcionalidad de las máquinas y de los equipos?
4 - Conocimiento de la Disponibilidad de los equipos	86	21	Mantenimiento Preventivo	Existen Manuales de información técnica y detallada para estas revisiones permanentes de los diferentes equipos?
	87	22	Mantenimiento Preventivo	¿Se revisan todas las máquinas permanentemente?
	88	23	Mantenimiento Preventivo	¿Es factible reconocer las mejoras referentes a las máquinas que se revisan permanentemente?
	89	24	Mantenimiento Preventivo	¿Cómo se miden y cómo se evalúan estas mejoras?
	90	25	Mantenimiento Preventivo	¿Las actividades de mantenimiento se reportan completamente en los informes y estudios que se realizan normalmente?
	91	26	Mantenimiento Preventivo	¿Existe algún reporte o informe de los trabajos realizados de mantenimiento sobre intervenciones Preventivas o predictivas?
	92	1	Importancia dada a la Organización	¿Sabe qué máquinas son estratégicas para la Producción?
	93	2	Importancia dada a la Organización	¿Sabe por qué se consideran estratégicas?
	94	3	Importancia dada a la Organización	¿Actualiza de forma continua el expediente del historial de estas máquinas?
	95	4	Importancia dada a la Organización	¿Está la parte de mediciones y registros de la Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad en los registros históricos?
	96	5	Importancia dada a la Organización	En su área, ¿conoce qué máquinas son problemáticas?
	97	6	Importancia dada a la Organización	¿Existe un programa de Mantenimiento Preventivo para las máquinas?
	98	7	Importancia dada a la Organización	¿Tiene un sistema de gestión para las paradas grandes (overhaul) en su empresa?
	99	8	Importancia dada a la Organización	En mantenimiento preventivo y/o predictivo, ¿hay una buena planeación en frecuencias y tiempos de estas paradas planeadas?
	100	9	Importancia dada a la Organización	¿Hay una preparación detallada de los intervenciones durante estas paradas previstas?
	101	10	Importancia dada a la Organización	¿Hay un registro histórico de todos los trabajos planeados de mantenimiento?
	102	11	Importancia dada a la Organización	¿Existe un registro histórico de las intervenciones correctivas?
	103	12	Importancia dada a la Organización	¿Tiene un historial de todas las pérdidas de funcionalidad (disponibilidad) [externa o interna] de sus máquinas y equipos?
	104	13	Análisis de los datos y de las informaciones	Se registra las paradas imprevistas - Down Time en todas las máquinas y equipos al ocurrir?
	105	14	Análisis de los datos y de las informaciones	¿Registra las causas de la parada de las máquinas?
	106	15	Análisis de los datos y de las informaciones	¿Se analizan en los valores de disponibilidad de las máquinas los datos por paradas imprevistas, fallas y mantenimientos planeados?
5 - Conocimiento de los Costos de Mantenimiento.	107	16	Análisis de los datos y de las informaciones	¿Se hacen análisis de la relación de Mantenimientos Correctivos (No Planeados) y Preventivos Predictivos (Planeados)?
	108	17	Análisis de los datos y de las informaciones	¿Hay un informe global de paradas, horas, mantenimientos, confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de equipos?
	109	18	Análisis de los datos y de las informaciones	¿Este informe es conocido para todas las máquinas Estratégicas?
	110	19	Análisis de los datos y de las informaciones	¿Tiene índices con rangos de aceptación o no para la relación Mantenimientos Preventivo & Predictivo / Mantenimientos Correctivo?
	111	20	Análisis de los datos y de las informaciones	¿Utiliza este Indicador Preventivo / Correctivo para mejorar el programa de mantenimiento?
	112	21	Análisis de los datos y de las informaciones	¿Mide el nivel de satisfacción de trabajos realizados de mantenimiento después de hacerlos, en el personal de Operación?
	113	22	Análisis de los datos y de las informaciones	¿A todos los trabajos de mantenimiento se les registra en el programa informático y se les hace un informe?
	114	1	Datos históricos referentes a costos de mantenimiento	¿Conoce los costos de Mantenimiento en detalle?
	115	2	Datos históricos referentes a costos de mantenimiento	¿Mantenimiento permanentemente registra y actualiza los costos de los diferentes trabajos que realiza en los equipos?
	116	3	Datos históricos referentes a costos de mantenimiento	¿Tiene buenos registros de datos referentes a los costos de mantenimiento?
	117	4	Datos históricos referentes a costos de mantenimiento	¿Usa un formato especial para anotar datos de costos cada intervención de mantenimiento?
	118	5	Datos históricos referentes a costos de mantenimiento	¿Hay un informe formal de costos de la ejecución de todos los trabajos de mantenimiento?
	119	6	Datos históricos referentes a costos de mantenimiento	¿Existen planillas de registro de los tiempos de ejecución de los trabajos de mantenimiento?
	120	7	Datos históricos referentes a costos de mantenimiento	¿Registra en dicho informe los repuestos, los consumibles y los insumos utilizados en cada trabajo?
	121	8	Datos históricos referentes a costos de mantenimiento	¿Hay algún análisis técnico de los recursos humanos, materiales, tiempos y repuestos usados en cada trabajo de mantenimiento?
	122	9	Datos históricos referentes a costos de mantenimiento	¿Se revisan periódicamente los costos de la ejecución de Mantenimientos Planeados (Preventivos o Predictivos)?
	123	10	Datos históricos referentes a costos de mantenimiento	¿Se revisan periódicamente los costos de la ejecución de Mantenimientos No Planeados (Correctivos / Modificativos)?
	124	11	Datos históricos referentes a costos de mantenimiento	¿Se realizan acciones de mejora a partir del análisis de costos de trabajos realizados en mantenimiento?
	125	12	Datos históricos referentes a costos de mantenimiento	¿Se utiliza algún indicador de la relación Costos Preventivos- Predictivos /Correctivos para cada máquina?
	126	13	Datos históricos referentes a costos de mantenimiento	¿Se utiliza el informe general de costos para hacer evaluaciones y mejoras al programa Mantenimiento Preventivo Predictivo?
	127	15	Análisis del sistema actual	¿Siempre utiliza índices de costos?
	128	16	Análisis del sistema actual	¿Hay siempre un tratamiento técnico para los costos?
	129	17	Análisis del sistema actual	¿Tiene un proceso de análisis específico para los Costos Preventivos Predictivos?
	130	18	Análisis del sistema actual	¿Se realiza un análisis serio de la contabilidad de costos de mantenimiento periódicamente?
	131	19	Análisis del sistema actual	¿Tiene una estructura técnica seria para llevar a cabo el análisis de la contabilidad de costos de mantenimiento?
	132	20	Análisis del sistema actual	¿Utiliza el análisis permanente de su contabilidad de costos de mantenimiento para manejar sus servicios de mantenimiento?
	133	21	Análisis del sistema actual	¿Es el informe de los costos de mantenimiento Preventivo/Correctivo conocido y seguido siempre?

6 - Métodos y preparación de trabajos de Mantenimiento.

Área de Medición - Tópico de Mantenimietno	Ordinal	Número de Tópico	Categoría de las variables	Variable a medir
	134	1	Preparación del Trabajo	¿Para los trabajos planeados, usted prepara los Recursos Humanos necesarios?
	135	2	Preparación del Trabajo	¿Para los trabajos planeados y previstos, usted prepara el equipo?
	136	3	Preparación del Trabajo	¿Para los trabajos previstos, usted prepara las herramientas necesarias, principalmente herramientas específicas?
	137	4	Preparación del Trabajo	¿Para los trabajos previstos, usted prepara la documentación técnica necesaria?
	138	5	Preparación del Trabajo	¿Para los trabajos planeados de mantenimiento, usted prepara antes el equipo necesario de medición?
	139	6	Preparación del Trabajo	¿En general, hace una valoración general previa para los trabajos planeados de mantenimiento?
	140	7	Preparación del Trabajo	¿Se respeta los tiempos, días y fechas de los trabajos planeados de mantenimiento?
	141	8	Preparación del Trabajo	¿Antes de preparar ciertos trabajos, realiza una Inspección preliminar?
	142	9	Preparación del Trabajo	¿Para qué tipos de trabajos de mantenimiento, se hace un análisis previa de la situación?
	143	10	Preparación del Trabajo	¿Para qué tipos de intervención usted revisa previamente la documentación técnica?
	144	11	Preparación del Trabajo	¿Cuándo se realizan trabajos complejos de mantenimiento, preparan de forma previa a los diferentes especialistas?
	145	12	Preparación del Trabajo	¿Cuándo se planea un trabajo de mantenimiento, en qué momento se hace la planeación del mismo?
	146	13	Historia cronológica de los trabajos	¿Utiliza una metodología formal para planear y programar los trabajos previstos de mantenimiento?
	147	14	Historia cronológica de los trabajos	¿Existe un informe de ejecución formal para las actividades del mantenimiento?
	148	15	Historia cronológica de los trabajos	¿La ejecución del trabajo para el Mantenimiento Preventivo, está basado en procedimientos estándares de operación?
	149	16	Historia cronológica de los trabajos	¿Con ayuda de quienes han sido elaboradas estas formas o procedimientos?
	150	17	Historia cronológica de los trabajos	¿Hay un tratamiento técnico formal de las solicitudes de las órdenes y del informe de horas de los trabajos de mantenimiento?
	151	18	Historia cronológica de los trabajos	¿Existen trabajos de Mantenimiento sin una solicitud o una orden formal?
	152	19	Historia cronológica de los trabajos	¿Hay un análisis entre lo planeado y lo gastado realmente en horas, repuestos, costos, etcetera de los trabajos planeados ?
	153	20	Análisis de los sistemas actuales	¿Hay estadísticas históricas sobre la naturaleza de las solicitudes de trabajos de mantenimiento exigidas?
	154	21	Análisis de los sistemas actuales	¿Se revisan permanente las solicitudes de trabajos de mantenimiento?
	155	22	Análisis de los sistemas actuales	¿Calcula los costos de ejecución para el Mantenimiento Preventivo?
	156	23	Análisis de los sistemas actuales	¿Calcula el tiempo de ejecución para el Mantenimiento Preventivo?
	157	24	Análisis de los sistemas actuales	¿Calcula los costos de ejecución para el Mantenimiento Correctivo?
	158	25	Análisis de los sistemas actuales	¿Calcula los tiempos de ejecución para el Mantenimiento Correctivo?
	159	26	Análisis de los sistemas actuales	¿Utiliza índices para comparar los costes de mantenimiento Preventivo y Correctivo?
	160	27	Análisis de los sistemas actuales	¿Utiliza índices para comparar los tiempos de ejecución del Mantenimiento Preventivo y Correctivo?
	161	28	Análisis de los sistemas actuales	¿Utiliza estos índices para mejorar el programa de Mantenimiento Preventivo?
	162	29	Análisis de los sistemas actuales	¿Cómo se siguen los datos y los índices?
	163	30	Trabajos de mejoras	¿Ha hecho mejoras a sus equipos o máquinas?
	164	31	Trabajos de mejoras	¿Ha participado en grupos de trabajo para el análisis de mejoras sugeridas a sus equipos o máquinas?
	165	32	Trabajos de mejoras	¿Hace estudios de beneficios antes de comenzar la implementación de mejoras en los equipos o máquinas?
	166	33	Trabajos de mejoras	¿Utiliza los mismos procedimientos para mejorar las infraestructuras y los edificios?
	167	34	Trabajos de mejoras	¿Tiene personal especializado o un departamento analice los estudios de rediseños o mejoras?
	168	35	Trabajos de mejoras	¿Quién puede proponer los estudios de la mejora con respecto a las máquinas o equipos?
	169	36	Trabajos de mejoras	¿Quién puede proponer los estudios de la mejora con respecto a la infraestructura?
	170	37	Mantenimiento Preventivo	¿Existe un programa para Mantenimiento Preventivo?
	171	38	Mantenimiento Preventivo	¿Quién elabora la planeación para la lubricación y las inspecciones prebventivas y predictivas?
	172	39	Mantenimiento Preventivo	¿Conoce los tipos de lubricantes y los tipos de aceites necesarios para todas sus máquinas?
	173	40	Mantenimiento Preventivo	¿Quién define los procedimientos de operación para la lubricación y el engrase?
	174	41	Mantenimiento Preventivo	¿Utiliza un sistema de registro y control para todas las visitas programadas de lubricación y tribología?
	175	42	Mantenimiento Preventivo	¿Quiénes realizan el control y los registros de las rutas de lubricación y engrase?
	176	43	Mantenimiento Preventivo	¿Se analizan los volúmenes de solicitudes de trabajos de mantenimiento, los departamentos y las personas que las hacen?
	177	44	Mantenimiento Preventivo	¿Calcula la estadística de acuerdo a la proporción de costos de Mantenimiento Preventivo y de Mantenimiento Correctivo?
	178	45	Mantenimiento Preventivo	¿Calcula la estadística de la proporción de horas registradas de Mantenimiento Preventivo y de Mantenimiento Correctivo?
	179	46	Piezas de Repuesto	¿Define las piezas de repuesto necesarias para cada intervención planeada?
	180	47	Piezas de Repuesto	¿Qué sección o que persona define estas necesidades?
	181	48	Piezas de Repuesto	¿Qué papel desempeña el departamento de mantenimiento en el sistema de inventarios de repuestos?
	182	49	Piezas de Repuesto	¿Analiza la información sobre las piezas de repuesto obtenidas de los informes de la intervención?
	183	50	Piezas de Repuesto	¿Comprueba la conformidad y las referencias de las piezas de repuesto recibidas?
	184	51	Piezas de Repuesto	¿Es usted responsable de actualizar regularmente el catálogo de piezas de repuesto?
	185	52	Piezas de Repuesto	¿Usted asigna los costos de las piezas de repuesto?
	186	53	Piezas de Repuesto	¿Utiliza indicadores para revisar, controlar y administrar los costos de los repuestos?
	187	54	Piezas de Repuesto	¿Participa en la elaboración de criterios para la adquisición y reabastecimiento de los repuestos e insumos de mantenimiento?
	188	55	Piezas de Repuesto	¿Participa en las decisiones referentes la subcontratación de ciertas tareas del mantenimiento?
	189	56	Documentación Técnica	¿Utiliza la documentación técnica durante la preparación de los trabajos de mantenimiento?
	190	57	Documentación Técnica	¿Es fácil el acceso a la documentación técnica?
	191	58	Documentación Técnica	Si usted necesita la documentación, ¿dónde puede usted encontrarla?
	192	59	Documentación Técnica	Cuándo consulta un documento, ¿está seguro de su confiabilidad?
	193	60	Documentación Técnica	¿Encuentra fácilmente los temas referentes a su trabajo?
	194	61	Documentación Técnica	¿Está satisfecho con el sistema de codificación y actualización de la documentación técnica?
	195	62	Documentación Técnica	¿El sistema permite que encuentre la información eficientemente?
	196	63	Documentación Técnica	¿Existe un sistema informático para los archivos de la máquina, los archivos de los estándares y otros archivos técnicos?
	197	64	Documentación Técnica	¿Estos documentos se consultan con frecuencia?
	198	65	Documentación Técnica	¿Estos archivos son actualizados regularmente?
	199	66	Documentación Técnica	¿Las modificaciones en el equipo se basan siempre en la Documentación Técnica?

7 - Planeación de actividades y trabajos de mantenimiento.

Área de Medición - Tópico de Mantenimiento	Ordinal	Número de Tópico	Categoría de las variables	Variable a medir
7 - Planeación de actividades y trabajos de mantenimiento.	200	1	Programación del Trabajo	¿Utiliza una forma específica para exigir una intervención a otro servicio?
	201	2	Programación del Trabajo	¿Utiliza una forma similar para los interventions no programadas (reparaciones)?
	202	3	Programación del Trabajo	¿Existe un circuito administrativo bien definido para estas formas?
	203	4	Programación del Trabajo	¿Estas formas se registran en cada paso del circuito?
	204	5	Programación del Trabajo	¿Hay un informe de ejecución sobre el mismo documento?
	205	6	Programación del Trabajo	En caso de intervención prevista, ¿quién lleva a cabo la preparación del trabajo?
	206	7	Programación del Trabajo	¿En caso de parada necesaria de las máquinas estratégicas, lo obtuvo fácilmente desde producción?
	207	8	Programación del Trabajo	¿Hace generalmente una estimación del tiempo necesario para los intervenciones planeadas?
	208	9	Programación del Trabajo	¿Se respetan los horarios de tiempo?
	209	10	Programación del Trabajo	¿Conoce la proporción de las intervenciones imprevistas en relación a los intervenciones previstos?
	210	11	Programación del Trabajo	¿Para cual equipo tiene manuales de reparaciones de mantenimiento?
	211	12	Programación del Trabajo	¿Hay una clasificación central para todos los manuales?
	212	13	Programación del Trabajo	¿Estos manuales se traducen a español para sus técnicos?
	213	14	Programación de Trabajo y ejecución	¿Tiene un sistema para definir prioridades de intervenciones previstos?
	214	15	Programación de Trabajo y ejecución	Si no, ¿Cómo decide las prioridades de los intervenciones previstas?
	215	16	Programación de Trabajo y ejecución	¿Sobre cual base usted acepta el trabajo suplementario?
	216	17	Programación de Trabajo y ejecución	¿Calcula regularmente su carga de trabajo?
	217	18	Programación de Trabajo y ejecución	¿Cómo calcula su carga de trabajo?
	218	19	Programación de Trabajo y ejecución	¿Actualiza regularmente este cálculo?
	219	20	Programación de Trabajo y ejecución	¿Cómo asigna el tiempo y el número del personal requerido?
	220	21	Programación de Trabajo y ejecución	¿Cómo define las herramientas necesarias?
	221	22	Programación de Trabajo y ejecución	¿Cómo califica Usted el manejo que se le da a las herramientas y accesorios de mantenimiento en la empresa?
8 - Manejo de inventarios.	222	23	Programación de Trabajo y ejecución	¿Cómo es el proceso de cambiar o reemplazar una pieza por un repuesto nuevo?
	223	1	Catálogo de Repuestos - Maestro	¿Para cuántas de sus máquinas tiene usted un catálogo de repuestos?
	224	2	Catálogo de Repuestos - Maestro	¿Tiene usted muchas copias de cada catálogo?
	225	3	Catálogo de Repuestos - Maestro	¿Cuál es la razón de la no existencia de catálogos o del Maestro?
	226	4	Catálogo de Repuestos - Maestro	¿Tiene usted la clasificación centralizada para catálogos?
	227	5	Catálogo de Repuestos - Maestro	¿Para ciertos artículos generales, [artículos estándar] usa usted sólo la referencia de proveedor?
	228	6	Catálogo de Repuestos - Maestro	¿Son puestos al día los catálogos de repuestos con regularidad? ☐
	229	7	Catálogo de Repuestos - Maestro	¿Son la mayor parte de sus catálogos en su propia lengua? ☐
	230	8	Registro de retiro y destinación de las repuestos ☐	¿Es registrado cada repuesto saliente? ☐
	231	9	Registro de retiro y destinación de las repuestos ☐	¿A través de qué documento o proceso se reciben las solicitudes de repuestos o piezas de recambio? ☐
	232	10	Registro de retiro y destinación de las repuestos ☐	¿Controla usted la conformidad, la calidad y las referencias de los repuestos recibidos?
	233	11	Registro de retiro y destinación de las repuestos ☐	¿Hay un control de la destinación final de repuestos costosos? ☐
	234	12	Registro de retiro y destinación de las repuestos ☐	¿Si usted nota una anomalía (procesos sos' pechosos) en el manejo de repuestos, qué hace Usted?
	235	13	Registro de retiro y destinación de las repuestos ☐	¿Tiene usted un sistema eficaz para asignar materiales, repuestos e insumos a las órdenes de trabajo?
	236	14	Registro de retiro y destinación de las repuestos ☐	¿Se le hace un buen seguimiento a este sistema de asignaci' pon y uso de repuestos? ☐
	237	15	Registro de retiro y destinación de las repuestos ☐	¿Hay un control final acerca de los pasos del proceso del uso de repuestos? ☐
	238	16	Registro de retiro y destinación de las repuestos ☐	¿Se hace un análisis permanente de la cantidad de los repuestos solicitados y los usados realmente? ☐
	239	17	Registro de retiro y destinación de las repuestos ☐	¿Analizan permanentemente los valores de los repuestos que se compran y/o se usan?
	240	18	Listas de repuestos ☐	¿Usa usted un sistema de control al inventario sobre la disponibilidad de repuestos?
	241	19	Listas de repuestos ☐	¿Con qué frecuencia pone al día la empresa el estado del inventario (cantidades disponibles) de repuestos? ☐
	242	20	Listas de repuestos ☐	¿Verifica usted la disponibilidad sólo basada en el listado o también controlando físicamente en almacén?
	243	21	Listas de repuestos ☐	¿Con frecuencia nota usted diferencias entre las cantidades catalogadas y las cantidades físicas? ☐
	244	22	Listas de repuestos ☐	¿Cón que frecuencia se hacen inventarios físicos reales en los almacenes de repuestos?
	245	23	Listas de repuestos ☐	¿Qué porcentaje de artículos de reserva para emergencias (stock)?
	246	24	Listas de repuestos ☐	¿Usa Usted frecuentemente el maestro y los catálogos de repuestos?
	247	25	Listas de repuestos ☐	¿En la catalogación de repuestos usan ustedes sistemas internacionales de homologación e identificación de repuestos?
	248	26	Listas de repuestos ☐	¿Usa usted la referencia de proveedor?
	249	27	Listas de repuestos ☐	¿Usted usa el código de ubicación física?
	250	28	Listas de repuestos ☐	¿Usted usa una cantidad de reserva en los diferentes repuestos?
	251	29	Listas de repuestos ☐	¿Usted usa registro y fechas? ☐
	252	30	Listas de repuestos ☐	¿Usted usa cuestionarios y fechas?
	253	31	Listas de repuestos ☐	¿Usa usted la reserva máxima? MÁXIMOS
	254	32	Listas de repuestos ☐	¿Usa usted la reserva mínima? MINIMOS
	255	33	Listas de repuestos ☐	¿Usa Usted la cantidad ordenada EOQ Pedido Óptimo o definida por un software o algún funcionario pertinente?
	256	34	Listas de repuestos ☐	¿Usan en su empresa solicitudes u órdenes de pedido para retiro de repuestos de almacén?
	257	35	Listas de repuestos ☐	¿En el manejo de inventarios es importante para su empresa los precios de los repuestos por parte de sus proveedores?
	258	36	Dirección de repuestos	¿Se controla de que siempre existan los MINIMOS definidos en los repuestos?
	259	37	Dirección de repuestos	¿Se hace seguimiento a los procesos de compra de repuestos en inventarios en su empresa? ☐
	260	38	Dirección de repuestos	¿Se controla de que siempre NO exista más stock que el MÁXIMO definido en los niveles de repuestos?
	261	39	Dirección de repuestos	¿Es automatizado el control de máximos y mínimos en inventarios en su compañía?
	262	40	Dirección de repuestos	¿Existe planeación de la demanda por métodos serios de pronósticos re repuestos?
	263	41	Dirección de repuestos	¿Practica su empresa la metodología de Inventarios Push MTS Pull MTO Frozen MTF?
	264	42	Dirección de repuestos	¿Tiene usted una o varios almacenes o bodegas para abastecer sus repuestos?
	265	43	Dirección de repuestos	¿Existen un Grupo Primario de Personas que definen políticas de inventarios y reabastecimientos de repuestos?
	266	44	Dirección de repuestos	¿Están codificada la ubicación de las partes incluidas en su sistema de dirección?
	267	45	Dirección de repuestos	¿Sabe (conoce) Usted cuáles repuestos que tienen un alto volumen de uso y rotación?
	268	46	Dirección de repuestos	¿Usan en su empresa sistemas de código de barras computarizado para la administración de repuestos en almacenes?
	269	47	Dirección de repuestos	¿Hay procesos de control para que no existan agotados, excesos y obsoletos en los repuestos de inventarios?
	270	48	Compras y Suministro de reserva	¿Nota usted tardanzas importantes del suministro de ciertos repuestos?
	271	49	Compras y Suministro de reserva	¿Analizan las causas de las tardanzas?
	272	50	Compras y Suministro de reserva	¿Hay un buen procedimiento en los procesos de compras de repuestos y reabastecimiento periódico de almacén? ☐
	273	51	Compras y Suministro de reserva	¿Qué papel juega la Oficina Técnica de Mantenimiento en el sistema de nuevo pedidos de repuestos? ☐
	274	52	Compras y Suministro de reserva	¿Recibe usted solicitudes de compra de repuestos de varios departamentos de la Empresa?
	275	53	Compras y Suministro de reserva	¿Se hace seguimiento eficaz a los pedidos y compras de repuestos críticos e importantes?
	276	54	Compras y Suministro de reserva	¿Se revisa con análisis estadístico las referencias de repuestos que no tienen rotación, se hacen ajustes para evitarlo a futuro?
	277	55	Compras y Suministro de reserva	¿Para cubrir sus necesidades para el año y principalmente cubrir el imprevisto, se siente usted obligado a pedir más de lo necesario en ciertos repuestos?
	278	56	Compras y Suministro de reserva	¿Si ésta es la situación, cómo evita Usted que no hayan agotados en repuestos en su empresa?

Área de Medición - Tópico de Mantenimiento	Ordinal	Número de Tópico	Categoría de las variables	Variable a medir
9 - Qué es lo que cada quién hace..... en mantenimiento?	279	1	Mantenimiento	¿Quiénes hacen la preparación de las actividades planeadas de mantenimiento?
	280	2	Mantenimiento	¿Quién planea, programa y genera la logística de las tareas predictivas, preventivas o planeadas de mantenimiento?
	281	3	Mantenimiento	¿Quién define los repuestos, consumibles y accesorios a usar en las intervenciones planeadas de mantenimiento?
	282	4	Mantenimiento	¿Quién está a cargo y es responsable de la documentación técnica y de su actualización?
	283	5	Mantenimiento	¿Quién es el responsable de la codificación de información en el software y/o ERP, de los contenidos técnicos de los trabajos?
	284	6	Mantenimiento	¿Quién actualiza la información técnica?
	285	7	Mantenimiento	¿Quiénes controlan las mediciones de variables en los equipos, que inciden en mantenimiento?
	286	8	Mantenimiento	¿Quiénes revisan los equipos y analizan su caso, antes y de forma previa a las intervenciones de mantenimiento?
	287	9	Mantenimiento	¿Quién decide los tiempos que se asignan al personal de mantenimiento, para hacer las intervenciones y tareas en equipos?
	288	10	Mantenimiento	¿Quién define las prioridades de los trabajos de mantenimiento?
	289	11	Mantenimiento	¿Quién procesa y analiza la información y datos derivados de los trabajos de mantenimiento?
	290	12	Mantenimiento	¿Quiénes reciben los análisis de los datos y resultados de los trabajos realizados en mantenimiento?
	291	13	Mantenimiento	¿Quién lleva a cabo análisis estadísticos, de los tiempos, repuestos, recursos que se derivan de los diferentes trabajos?
	292	14	Mantenimiento	¿Quiénes estiman las cargas laborales de personas en mantenimiento?
	293	15	Mantenimiento	¿Quiénes hacen un análisis global y específico de los costos de mantenimiento?
	294	16	Mantenimiento	¿Quiénes analizan los costos de los mantenimientos planeados: predictivos y/o preventivos?
	295	17	Mantenimiento	¿Quiénes pronostican o estiman las cantidades de repuestos, sus frecuencias y cantidades de reabastecimiento?
	296	18	Mantenimiento	¿Quiénes autorizan y lanzan las órdenes de compra de repuestos?
	297	19	Mantenimiento	¿Quién revisa la conformidad en calidad y criterios técnicos de los repuestos que se compran?
	298	20	Mantenimiento	¿Quién chequea los niveles de inventarios?
	299	21	Mantenimiento	¿Quiénes establecen los parámetros financieros y técnicos de las compras de repuestos y proveedores?
	300	22	Seguridad	¿Quién está a cargo de la aprobación de los trabajos de ingeniería y mantenimiento?
	301	23	Seguridad	¿Quién es el responsable de la seguridad de las personas, equipos e instalaciones?
	302	24	Seguridad	¿Quién está a cargo de la seguridad en el departamento de mantenimiento?
	303	25	Seguridad	¿Quién analiza estadísticamente los riesgos y accidentes laborales de mantenimiento?
	304	26	Seguridad	¿Quién analiza los reportes de los accidentes?
	305	27	Seguridad	¿Quién se encarga de valorar y predecir riesgos, definir las precauciones y evitar riesgos?
	306	28	Seguridad	¿Quién se encarga de proteger los equipos y evitar accidentes con ellos?
	307	29	Seguridad	¿Quién es el responsable en capacitar al personal en accidentes, riesgos y precauciones laborales?
10 - Recursos Humanos de Mantenimiento.	308	1	Indicadores y proporciones de Mano de Obra	¿Usan Indicadores para la administración del recurso humano?
	309	2	Indicadores y proporciones de Mano de Obra	¿Usa Usted índices o criterios técnicos para decidir si aumentar o disminuir la mano de obra?
	310	3	Indicadores y proporciones de Mano de Obra	¿Evalúan en su empresa la productividad laboral del personal de mantenimiento?
	311	4	Indicadores y proporciones de Mano de Obra	¿Entre el personal de mantenimiento especializado, es conocido por ellos su desempeño, productividad y resultados?
	312	5	Indicadores y proporciones de Mano de Obra	¿Entre el personal de mantenimiento no especializado, es conocido por ellos su desempeño, productividad y resultados?
	313	6	Indicadores y proporciones de Mano de Obra	¿Conoce usted el número del personal de mantenimiento?
	314	7	Indicadores y proporciones de Mano de Obra	¿Conoce usted el número de personal de ejecución en el mantenimiento?
	315	8	Indicadores y proporciones de Mano de Obra	¿La proporción de personal de ejecución frente a cantidad de personal especializado le permite trabajar de manera eficiente?
	316	9	Indicadores y proporciones de Mano de Obra	¿Le parece útil tener indicadores de control entre el personal de producción / personal de mantenimiento?
	317	10	Indicadores y proporciones de Mano de Obra	¿Considera usted que es útil seguir la proporción entre el personal de mantenimiento / mano de obra total?
	318	11	Mano de obra de Mantenimiento	¿Conoce usted la mano de obra de Mantenimiento?
	319	12	Mano de obra de Mantenimiento	¿Conoce usted el número del personal de dirección de Mantenimiento?
	320	13	Mano de obra de Mantenimiento	¿Hay diferencias relevantes entre el personal real y el personal descrito en el organigrama de mantenimiento?
	321	14	Mano de obra de Mantenimiento	¿Conoce usted el número de personas dedicadas a la ejecución de trabajos de mantenimiento?
	322	15	Mano de obra de Mantenimiento	¿Hay diferencias significativas entre el número de trabajadores de ejecución real y el planeado en el organigrama?
	323	16	Mano de obra de Mantenimiento	¿Tiene usted la posibilidad de aumentar o disminuir su personal?
	324	17	Mano de obra de Mantenimiento	¿Hay escasez de trabajo calificado en Mantenimiento en la región geográfica de su empresa?
	325	18	Mano de obra de Mantenimiento	¿Se queja usted de procedimientos lentos administrativos en el reclutamiento de nuevo personal?
	326	19	Mano de obra de Mantenimiento	¿La mano de obra física de mantenimiento le permite finalizar completamente la cantidad de trabajo y en la programación de tiempo prevista?
	327	20	Proporción programada de trabajo / mano de obra mantenimiento	¿Planifica Usted trabajos preventivos predictivos de mantenimiento?
	328	21	Proporción programada de trabajo / mano de obra mantenimiento	¿Tiene usted una programación acerca de la carga de trabajo del personal de ejecución?
	329	22	Proporción programada de trabajo / mano de obra mantenimiento	¿El equipo preventivo es permanente?
	330	23	Proporción programada de trabajo / mano de obra mantenimiento	¿En que momento se prepara la asignación de recursos humanos en caso de tareas de Mantenimiento?
	331	24	Motivación y productividad del personal	¿Estima usted el tiempo necesario para un trabajo planeado de mantenimiento?
	332	25	Motivación y productividad del personal	¿Es respetado el tiempo de la tarea de mantenimiento?
	333	26	Motivación y productividad del personal	¿Controla usted la proporción de ausentismo del personal de Mantenimiento?
	334	27	Motivación y productividad del personal	¿Qué piensa usted en la proporción de ausentismo?
	335	28	Motivación y productividad del personal	¿Cuándo usted y analiza las causas de ausencia de motivación, concluye usted que esto es debido a un entrenamiento inadecuado?
	336	29	Motivación y productividad del personal	¿Cuándo usted analiza las causas de falta de motivación, concluye usted que esto es debido a la falta de una indumentaria adecuada?
	337	30	Motivación y productividad del personal	¿Cuándo usted analiza las causas de ausencia de motivación, concluye usted que esto es debido a la documentación técnica inadecuada?
	338	31	Motivación y productividad del personal	¿Cuándo usted analiza las causas de ausencia de motivación, concluye usted que esto es debido a la falta de planos e información técnica actualizada?
	339	32	Motivación y productividad del personal	¿Cuándo usted analiza las causas de falta de motivación, concluye usted que esto es debido a problemas creados por la falta de preparación de trabajos?
	340	33	Motivación y productividad del personal	¿La persona responsable de planeación de los trabajos de mantenimiento tiene la información necesaria para hacer un trabajo eficaz?
	341	34	Motivación y productividad del personal	¿Hay un problema de sincronización y de información entre las personas encargadas de realizar los trabajos de mantenimiento?

Área de Medición - Tópico de Mantenimiento	Ordinal	Número de Tópico	Categoría de las variables	Variable a medir
11 - Recursos Materiales de Mantenimiento.	342	1	Documentación Técnica	¿Tiene usted un inventario detallado y puesto al día de su equipo?
	343	2	Documentación Técnica	¿Tiene usted planos y dibujos para su equipo?
	344	3	Documentación Técnica	¿Para cuántos de sus equipos tiene usted el plan de mantenimiento y manuales para reparar?
	345	4	Documentación Técnica	¿Para cuales intervenciones usa usted la documentación técnica?
	346	5	Documentación Técnica	¿Dónde consulta usted dibujos, diagramas y manuales?
	347	6	Documentación Técnica	¿Existe un sistema de documentación para archivos de máquina, archivos estándar y otros archivos técnicos?
	348	7	Documentación Técnica	¿Posee usted varias copias idénticas de la documentación?
	349	8	Documentación Técnica	¿Son traducidos los manuales a un lenguaje entendible por sus técnicos?
	350	9	Documentación Técnica	¿Quién puede pedir la renovación de documentación técnica?
	351	10	Documentación Técnica	¿Quién puede pedir la nueva documentación técnica?
	352	11	Instrumentos y Equipos	¿Tiene cada trabajador sus propios instrumentos?
	353	12	Instrumentos y Equipos	¿Existen instrumentos generales para el uso común?
	354	13	Instrumentos y Equipos	¿Estos instrumentos generales son suficientes para sus intervenciones?
	355	14	Instrumentos y Equipos	¿Son almacenados estos instrumentos generales en un lugar específico?
	356	15	Instrumentos y Equipos	¿También tiene usted instrumentos especiales especificados por los fabricantes de equipo?
	357	16	Instrumentos y Equipos	¿Los instrumentos especiales son suficientes para todas sus intervenciones?
	358	17	Instrumentos y Equipos	¿Son renovados los instrumentos especiales con regularidad?
	359	18	Instrumentos y Equipos	¿Con regularidad hace usted un inventario de instrumentos generales y especiales?
	360	19	Instrumentos y Equipos	¿Subcontrata usted debido a una carencia de recursos humanos o instrumentos?
	361	20	Instrumentos y Equipos	¿Quién puede pedir la compra de aparatos nuevos para renovar instrumentos existentes viejos o desactualizados?
	362	21	Instrumentos y Equipos	¿Quién puede pedir la compra de instrumentos nuevos o especiales?
	363	22	Infraestructura	¿Hay en el espacio físico de su empresa sitios especiales destinados solo para hacer reparaciones?
	364	23	Infraestructura	¿Dichas ubicaciones son convenientes para usted?
	365	24	Infraestructura	¿Tiene usted una ubicación o talleres para la producción de partes o repuestos para reparaciones de emergencia?
	366	25	Infraestructura	¿Tiene usted un lugar designado para almacenar sus instrumentos?
	367	26	Infraestructura	¿Tiene usted una ubicación especial para la oficina técnica?
	368	27	Infraestructura	¿Tiene usted un espacio físico especial para ensamblar piezas, subconjuntos, repuestos o partes de máquinas; que se usan en mantenimientos posteriores?
12 - Entrenamiento - Capacitación - Seminarios	369	1	Importancia del entrenamiento y la capacitación	¿Tiene usted un presupuesto específico para entrenar el personal de mantenimiento?
	370	2	Importancia del entrenamiento y la capacitación	¿Sabe usted si el presupuesto que se asigna al entrenamiento para mantenimiento siempre es utilizado?
	371	3	Importancia del entrenamiento y la capacitación	¿Estima usted que su presupuesto cubre las necesidades de entrenamiento?
	372	4	Importancia del entrenamiento y la capacitación	¿Recibe el personal recién vinculado un entrenamiento básico de su empresa?
	373	5	Importancia del entrenamiento y la capacitación	¿Más tarde siguen ellos entrenamientos adicionales especiales y profundos para su crecimiento y mejoramiento de su productividad?
	374	6	Importancia del entrenamiento y la capacitación	¿Con que frecuencia es enviado el personal a un entrenamiento?
	375	7	Importancia del entrenamiento y la capacitación	¿Si usted ha estado en el entrenamiento, está de acuerdo con esto en su trabajo?
	376	8	Importancia del entrenamiento y la capacitación	¿Si su personal ha sido entrenado, corresponde esto a la ocupación y al puesto de trabajo que desempeña?
	377	9	Importancia del entrenamiento y la capacitación	¿En su empresa se usa el conocimiento adquirido en el entrenamiento y capacitación para mejorar sus condiciones de trabajo?
	378	10	Importancia del entrenamiento y la capacitación	¿Como una persona responsable, con regularidad participa usted en cursos de capacitación por iniciativa propia?
	379	11	Importancia del entrenamiento y la capacitación	¿Quién decide cual personal debe ser enviado a entrenamiento?
	380	12	Importancia del entrenamiento y la capacitación	¿Antes ser enviado a entrenamiento, hay allí una discusión previa sobre las necesidades de capacitación de su departamento?
	381	13	Importancia del entrenamiento y la capacitación	¿Se hacen presentación al resto del personal, el conocimiento recién adquirido por los que asisten a entrenamientos o a cursos?
	382	14	Importancia del entrenamiento y la capacitación	¿Son organizados los cursos de capacitación por la empresa?
	383	15	Importancia del entrenamiento y la capacitación	¿Son organizados cursos específicos de capacitación en la empresa o en otra parte?
	384	16	Importancia del entrenamiento y la capacitación	¿Cuántas semanas de entrenamiento ha recibido usted durante los doce meses pasados?
	385	17	Importancia del entrenamiento y la capacitación	¿Fueron tenidas en cuenta sus ideas y observaciones durante este entrenamiento?
	386	18	Importancia del entrenamiento y la capacitación	¿Tienen ustedes un método para medir la eficacia de los entrenamientos y seminarios?

Las variables de los 20 Instrumentos desarrollados, se corren en Programa Análisis Global en VBA de Excel, lo cual arroja los resultados (Delgado, 2014)(Mejía, 2014)(Mora, 2012):

Ilustración 52 - Resultados DIE en Tópicos

No.	Concepto	Gerentes		Mantenimiento		Producción		Total	
		% Real G	por mejorar %	% Real M	por mejorar %	% Real P	por mejorar %	% Real Total	por mejorar %
1	Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mto.)	61.21%	38.79%	63.42%	36.58%	24.26%	75.74%	49.63%	50.37%
2	Percepción de las jerarquías superiores de Mto.	74.40%	25.60%	70.97%	29.03%	26.61%	73.39%	57.33%	42.67%
3	Percepción del mantenimiento	55.29%	44.71%	68.75%	31.25%	14.42%	85.58%	46.15%	53.85%
4	Conocimiento de la Disponibilidad (availability) de equipos	44.60%	55.40%	67.61%	32.39%	12.50%	87.50%	41.57%	58.43%
5	Conocimiento de los Costos de mantenimiento.	51.56%	48.44%	45.94%	54.06%	7.50%	92.50%	35.00%	65.00%
6	Métodos y preparación de trabajos de mantenimiento.	58.43%	41.57%	60.80%	39.20%	7.77%	92.23%	42.33%	57.67%
7	Planeación de actividades y trabajos de mantenimiento.	63.59%	36.41%	57.07%	42.93%	44.02%	55.98%	54.89%	45.11%
8	Manejo de inventarios.	46.76%	53.24%	47.54%	52.46%	12.95%	87.05%	35.75%	64.25%
9	Qué es lo que cada quién hace..... en mantenimiento?	60.34%	39.66%	59.91%	40.09%	33.19%	66.81%	51.15%	48.85%
10	Recursos Humanos de Mantenimiento.	71.51%	28.49%	65.99%	34.01%	44.85%	55.15%	60.78%	39.22%
11	Recursos Materiales de Mantenimiento.	55.56%	44.44%	53.01%	46.99%	20.83%	79.17%	43.13%	56.87%
12	Entrenamiento	66.32%	33.68%	53.47%	46.53%	60.42%	39.58%	60.07%	39.93%
	Promedios	59.13%	40.87%	59.54%	40.46%	25.78%	74.22%	48.15%	51.85%

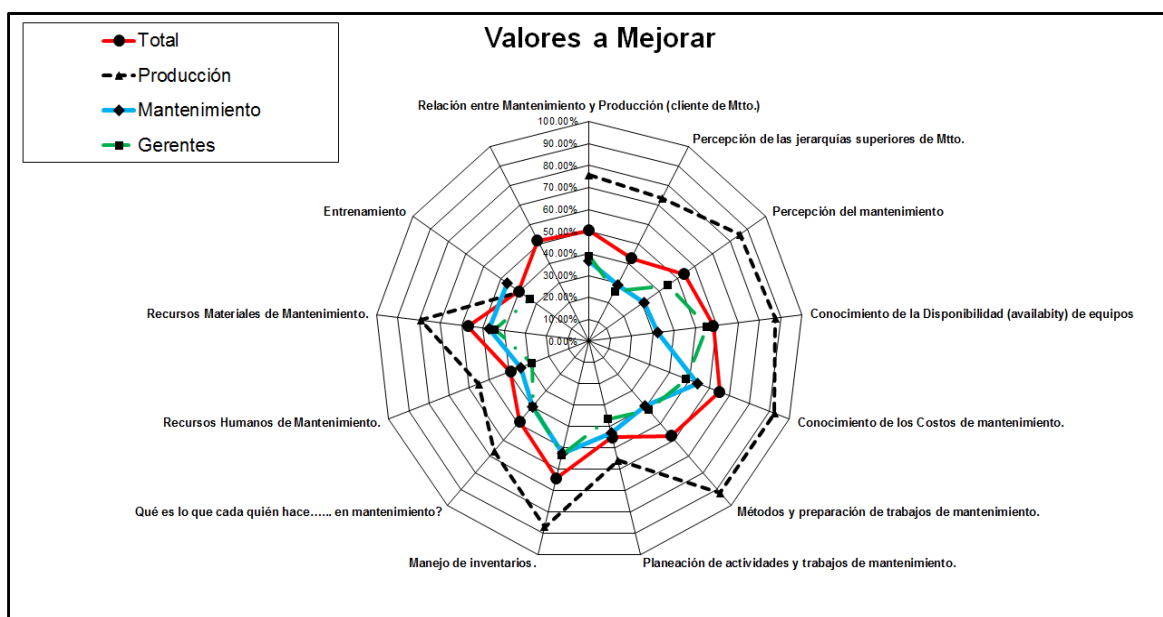
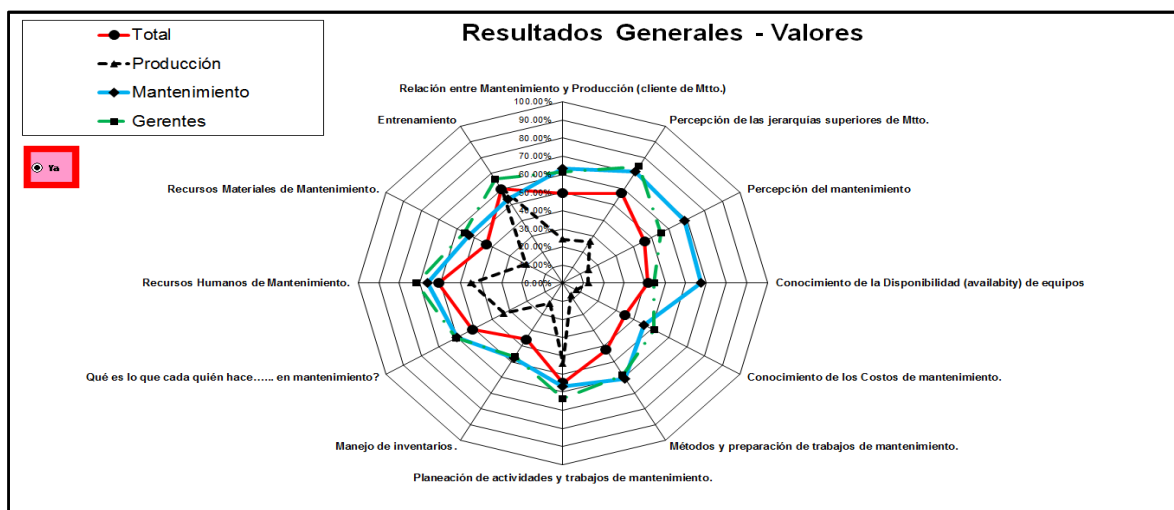
En general se puede apreciar que hay algunos tópicos más por mejorar que los que estén bien por debajo de la media.

Si se jerarquizan los Tópicos en su Orden de posibilidades de mejoramiento, sobresalen en su orden:

No.	Concepto	% Real Total	por mejorar %
5	Conocimiento de los Costos de mantenimiento.	35.00%	65.00%
8	Manejo de inventarios.	35.75%	64.25%
4	Conocimiento de la Disponibilidad (availability) de equipos	41.57%	58.43%
6	Métodos y preparación de trabajos de mantenimiento.	42.33%	57.67%
11	Recursos Materiales de Mantenimiento.	43.13%	56.87%
3	Percepción del mantenimiento	46.15%	53.85%
1	Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mto.)	49.63%	50.37%
9	Qué es lo que cada quién hace..... en mantenimiento?	51.15%	48.85%
7	Planeación de actividades y trabajos de mantenimiento.	54.89%	45.11%
2	Percepción de las jerarquías superiores de Mto.	57.33%	42.67%
12	Entrenamiento	60.07%	39.93%
10	Recursos Humanos de Mantenimiento.	60.78%	39.22%
	Promedios	48.15%	51.85%

A su vez se seleccionan las variables más críticas dentro de cada tópico, en especial en los primeros se toman cuatro variables críticas que ameriten un gran esfuerzo para mejorarlas y evitar así colapsos y desarrollar acciones relativas a ellas que permitan mejorar el mantenimiento, de forma efectiva e integral, en las últimos Tópicos, tres solamente.

Ilustración 53 - Radar de Tópicos Resultados a Mejorar



Las variables a tomar como base de resultado, son las cuatro con mayores valores de calificación de cada uno de los seis primeros tópicos de menor evaluación por parte de Gerentes, Mantenimiento y Operación (es de anotar que Producción, fue la que evaluó con menores valores a Mantenimiento), lo que denota en ellas mayor propensión y posibilidades de mejora en su orden de tópicos, así:

Ilustración 54 - Tópicos y Variables críticas susceptibles de mejora de mantenimiento

No.	Concepto	Variable relevante de Mantenimiento a mejorar con urgencia
5	Conocimiento de los Costos de mantenimiento.	¿Hay algún análisis técnico de los recursos humanos, materiales, tiempos y repuestos usados en cada trabajo de mantenimiento?
		¿Usted utiliza un formato especial para asentar datos de costos cada intervención de mantenimiento?
		¿Hay un informe formal de costos de la ejecución de todos los trabajos de mantenimiento?
		¿Se realizan acciones de mejora a partir del análisis de costos de trabajos realizados en mantenimiento?
8	Manejo de inventarios.	¿Usan en su empresa sistemas de código de barras computarizado para la administración de repuestos en almacenes?
		¿Hay procesos de control para que no existan agotados, excesos y obsoletos en los repuestos de inventarios?
		¿Usa Usted la cantidad ordenada EOQ Pedido Óptimo o definida por un software o algún funcionario pertinente?
		¿Practica su empresa la metodología de Inventarios Push MTS Pull MTO Frozen MTF?
4	Conocimiento de la Disponibilidad (availability) de equipos	¿Tiene índices con rangos de aceptación o no para la relación Mantenimientos Preventivo & Predictivo / Mantenimientos Correctivo?
		Informe global de paradas, horas, mantenimientos, confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de equipos?
		¿Este informe es conocido para todas las máquinas Estratégicas?
		¿A todos los trabajos de mantenimiento se les registra en el programa informático y se les hace un informe?
6	Métodos y preparación de trabajos de mantenimiento.	¿Usted asigna los costos de las piezas de repuesto?
		¿Utiliza indicadores para revisar, controlar y administrar los costos de los repuestos?
		¿Utiliza índices para comparar los costes de mantenimiento Preventivo y Correctivo?
11	Recursos Materiales de Mantenimiento.	¿Quién puede pedir la compra de equipos o aparatos nuevos para renovar instrumentos existentes viejos o desactualizados?
		¿Hay en el espacio físico de su empresa sitios especiales destinados solo para hacer reparaciones?
		¿Posee usted varias copias idénticas de la documentación? De maquinaria
3	Percepción del mantenimiento	¿Recibe información el departamento de Mantenimiento en caso de que sea Operación quien repare o intervenga las máquinas?
		¿Se analiza y se evalúan dichos informes de ejecución de trabajos en las máquinas?
		¿Las actividades de mantenimiento se reportan completamente en los informes y estudios que se realizan normalmente?

El proceso se mantiene hasta acá, con 21 variables claves derivadas del Proceso DIE; el paso posterior, es realizar el ASAF, y junto con las variables del DIE descritas en el cuadro anterior, se obtienen por síntesis analítica las dieciséis (16) variables relevantes e impactantes de mantenimiento, para optimizarlo en el mediano y corto plazo, a partir de métodos prospectivos.

3.3.3 Instrumento ASAF

Este procedimiento se desarrolla el jueves 16 de abril de 2015 en cuatro etapas, en sus ocho horas:

3.3.3.1 Disertación tipo conferencia sobre aspectos relevantes de Mantenimiento

Explicación detallada y profunda de los Niveles Instrumental, Operativo, Táctico y estratégico de Mantenimiento, bajo el Enfoque Sistémico Kantianos, para que los participantes, conozcan, en su orden lógico las variables de mantenimientos en cada uno de los niveles que lo conforman.

A su vez se habla profunda y de manera muy coherente sobre las características de un departamento de Mantenimiento de orden logístico y sus implicaciones de servicio a producción o mercadeo o a las áreas que así lo ameriten.

Se resuelven dudas de los asistentes alrededor del tema general y específico de mantenimiento, al igual se les aclara que lo que se desea es un estado futuro de mejoramiento, no tanto la situación favorable o no de circunstancias actuales, si no más que todo a futuro; o donde cada una de las personas considere vital el mejoramiento.

Todo este numeral toma dos horas aproximadamente(Mora, 2009)(Mora, 2014).

3.3.3.2 Construcción de variables y temas por parte de Expertos Asistentes de compañía portuaria.

Esta sección, se realiza mediante la participación grupal de todos los asistentes, los cuales conforman diferentes grupos de trabajo para realizar las variables más relevantes para ellos susceptibles de mejora, para ello se conforman los siguientes grupos:

Ilustración 55 - Grupos Mantenimiento Operación ASAF

Grupo 1		Instalación portuaria
1	Coordinador de Operaciones Centro Logístico	Corporativo
2	Líder infraestructura	Cartagena
3	Líder de desarrollo organizacional	Corporativo
Grupo 2		
1	Profesional de mantenimiento	Barranquilla
2	Supervisor de mantenimiento eléctrico Gráneles	Buenaventura
Grupo 3		
1	Supervisor de operaciones terrestre	Cartagena
2	Profesional de compras	Cartagena
3	Supervisor de equipos grúas	Cartagena
Grupo 4		
1	Gerente de operaciones	Tolú
2	Planeador de operaciones	Cartagena
3	Técnico electricista	Cartagena
Grupo 5		
1	Profesional de Almacén	Cartagena
2	Técnico Mantenimiento Mecánico	Cartagena
3	Supervisor de equipos grúas	Cartagena
Grupo 6		
1	Técnico mantenimiento Básculas	Cartagena
2	Supervisor de operaciones Gráneles	Cartagena
3	Jefe de operaciones de Gráneles	Cartagena
Grupo 7		
1	Jefe de operaciones de Gráneles	Cartagena
2	Auxiliar de Almacén	Buenaventura
2	Auxiliar de Almacén	Cartagena

Cada uno de los siete grupos escribe los tópicos y variables relevantes susceptibles de mejora en el corto y mediano plazo y analiza entre ellos, la validez e impacto de cada una de las variables escritas en el proceso.

3.3.3.3 Foros abiertos con exposición motivada y sustentada de cada grupo con sus variables

Durante aproximadamente dos horas, cada grupo expone a los demás asistentes, sus variables y los motivos por los cuales consideran que son relevantes, cada grupo y las diferentes personas participan con el fin de afianzar o variar las diferentes variables expuestas, la metodología se basa en un consenso colectivo e intervenciones permanentes de todos los participantes y de todos los grupos.

Una vez exponen y consensuan todos los participantes, se consolidan las siguientes variables como importantes.

Ilustración 56 - Variables adicionales DIE relevantes de ASAF

1	Mejorar comunicación entre Mantenimiento y Operación
2	Compromiso, ejecución y buena elaboración de presupuestos
3	Mejor cultura de orden y aseo en plantas y patios
4	Estandarización
5	Planeación estratégica
6	Sistema de Información en tiempo real
7	Mejores medidas y herramientas estadísticas
8	Costos en tiempo real
9	Indicadores en todos los niveles
10	Disponibilidad: medir y predecir
11	Mejorar datos en el Software y actualizarlos
12	Más predictivo que preventivo y muchísimo más que correctivo
13	Organización estructural analizada nacional
14	Inventarios efectivos
15	Compra de activos fijos modernos
16	No hayan compras urgentes, que todo esté en almacén
17	Planeación de equipos
18	Análisis profundos de Fallas
19	Crear Grupo Caza Fallas
20	Entrenamiento en Grupo Caza Fallas
21	Definir políticas nacionales de mantenimiento en toda dimensión
22	Planeación Ejecución y Control del mantenimiento
23	Asegurar la confiabilidad y la mantenibilidad
24	Normas de seguridad ambiental, usarlas
25	Tareas, entrenamiento a Operadores
26	Historial de equipos en softwares y tiempo real
27	Poner a funcionar nacionalmente Grupo Caza Fallas
28	Entrenamiento técnico a todo el Personal - Actualizarlo permanentemente
29	Mejor motivación y planes de RRHH hacia Mantenedores y Operadores
30	Mejor niveles de apoyo de RRHH: salarios, actividades, cursos, premios, etcétera.
31	Mejorar compras, inventarios, suministros y almacén
32	Revisar, mejorar y rediseñar todos los procedimientos de mantenimiento y periféricos
33	Mejorar e intensificar los entrenamientos

33	Mejorar e intensificar los entrenamientos
34	Disminuir tiempo de suministros de repuestos
35	Mejorar y actualizar historial de los equipos en todo
36	Traducción de manuales en todos idiomas
37	Actualización informática de los manuales y Catálogos técnicos
38	Mejores planes de actualización, reposición y potenciación de equipos
39	Planeación y Programación de Mantenimientos Correctivos y Planeados Predictivos Preventivos
40	Cada equipo debe tener un historial detallado de fallas, repuestos, tiempos, correctivos, predictivos, preventivos, etcétera.
41	Evaluar muy bien las urgencias
42	Mejor comunicación entre mantenimiento y almacén sobre planes de mantenimiento
43	Evaluar el retiro pronto de obsoletos, cuando lleguen a este estado - Ejemplo Surtidor combustible
44	Registrar todos los datos de repuestos de mantenimiento y salidas de almacén software tiempo real
45	Tener mayor y mejor disponibilidad de herramientas avanzadas, sofisticadas y especiales a disposición en mantenimiento
46	Mejor comunicación entre mantenimiento y operación
47	Actualizar la biblioteca técnica de la empresa, con manuales, libros y catálogos
48	Desarrollar políticas de capacitación y entrenamiento permanente del personal técnico
49	Entrenar al personal en manejo técnico de información vía internet
50	Controlar la vida útil de los equipos, medir con Life Cycle Cost
51	Registro de todos los datos en software en tiempo real
52	Revisión de las políticas de pago de horas extras

3.3.3.4 Síntesis de las variables DIE y ASAF

Mediante un ejercicio cerrado y estructurado de análisis prospectivo y de cruce de las 73 variables (21 DIE y 52 ASAF), entre un Experto de la compañía portuaria, Autor de este proyecto y Líder Compañía Asesora Prospectiva, se desarrolla una síntesis de variables, que genera en orden de importancia un bloque de insumos a la etapa prospectiva de 16 variables, así:

Ilustración 57 - Variables relevantes insumos al AIC

#	VARIABLES CLAVE DE MANTENIMIENTO EN COMPAS
1	Análisis técnico, estadístico y de costos de todos los trabajos de mantenimiento
2	Acciones de mejora derivados de los costos de los mantenimientos
3	Políticas de motivación, capacitación, crecimiento personal en todos los trabajadores
4	Registro informático de datos y costos de todos los trabajos de mantenimiento, en tiempo real
5	Planeación estratégica y programación técnica precisa de los trabajos de mantenimiento
6	Sistemas de inventarios en COMPAS garantizan que no haya agotados ni excesos
7	Cantidades que se piden de repuestos se basan en el EOQ Tamaño Lote Óptimo
8	COMPAS practica una metodología y controles de Inventarios Push MTS Pull MTO Frozen MTF?
9	Índices técnicos de ratios entre los trabajos predictivos preventivos sobre los correctivos
10	Informe global y específico de valores confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de equipos
11	Registro en tiempo real de todos los trabajos de mantenimiento: tiempos, recursos, repuestos, etc.
12	Análisis permanente de fallas mediante un Grupo Caza Fallas institucional de Compas
13	Costos de los diferentes tipos de mantenimiento: correctivos, preventivos, predictivos en tiempo real
14	Operación informa cuando realiza trabajos de mantenimiento en las máquinas, registrar datos.
15	Políticas de la empresa para reemplazar o sustituir equipos por antigüedad o edad
16	Uso de instrumentos y herramientas avanzadas para análisis predictivos de equipos

3.3.4 Instrumento AIC

Este documento es parte esencial y estructural de Análisis Prospectivo de Impacto Cruzado, en el cual se desencadena y desarrolla las bases del Plan Estratégico de Mantenimiento de Base Tecnológica, con Acciones concretas en el tiempo y con una secuencia lógica de Actividades (Godet, 1993)(Company, 1990) (Mora, 2007c).

El primer paso es seleccionar a los Participantes en el proceso, en esta etapa participan Personas que en su gran mayoría han participado en los dos eventos anteriores.

Las Normas MIC MAC argumentan, que en caso de sector privado se debe trabajar con 14 Personas Expertas, en el caso de Sector Público al menos con 50 y mixto con 35 Personas (Mora, 2013).

Para el caso particular participan 21 Personas, asimilándolo a realidad de sector privado.

Ilustración 69 - Participantes AIC Análisis Impacto Cruzado MIC-MAC

	Área	Instalación portuaria
1	Líder de desarrollo organizacional	Corporativo
2	Líder infraestructura	Cartagena
3	Gerente de operaciones	Tolú
4	Gerente de LA Instalación Portuaria	Tolú
5	Líder de Compras	Cartagena
6	Director de mantenimiento	Cartagena
7	Jefe de operaciones de Gráneles	Cartagena
8	Supervisor de Equipos	Cartagena
9	Coordinador de Operaciones Centro Logístico	Cartagena
10	Supervisor de operaciones terrestre	Cartagena
11	Planeador de operaciones	Cartagena
12	Profesional de mantenimiento	Barranquilla
13	Supervisor de equipos grúas	Cartagena
14	Jefe de taller	Cartagena
15	Supervisor de mantenimiento eléctrico Gráneles	Buenaventura
16	Auxiliar de Almacén	Buenaventura
17	Auxiliar de Almacén	Cartagena
17	Profesional de Almacén	Cartagena
18	Profesional de Compras	Cartagena
19	Técnico soldador	Cartagena
20	Técnico Mantenimiento Mecánico	Cartagena

El Instrumento 2 MIC MAC del IAC, es un documento dual, donde las variables se clasifican en su incidencia de izquierda a derecha una versus todas las demás y viceversa, de donde se deduce que los valores de incidencia de unas sobre otras no es bidireccional, pues las variables al ser independientes el grado de influencia de una sobre la otra, no tiene por qué ser igual de la otra sobre la primera.

Ilustración 58 - Instrumento Prospectivo Estratégico aplicado Compañía portuaria 2 - MIC MAC - AIC

Respetado Señor (ita) Empleado _____
Con base en su gran experiencia y conocimiento en el tema de Mantenimiento le solicitamos el favor de realizar este Instrumento Prospectivo MIC MAC de Fase II.

El ejercicio consiste en valorar de cero (0 mínimo valor) hasta un valor máximo de cinco (5 Máximo), con números enteros (0, 1, 2, 3, 4 o 5), la influencia que la variable de la izquierda tiene en la de la derecha; por ejemplo Califique qué tanta influencia tiene la variable 1 Análisis técnico, estadístico y de costos de todos los trabajos de mantenimiento en la Variable 2 Acciones de mejora derivados de los costos de mantenimiento, Usted, coloca allí el valor que considere pertinente, por decir algo 3.

Esto no significa doble relación, la relación de 2 en 1 no tiene que ser 3, puede ser otro valor.

#	VARIABLE CLAVE DE MANTENIMIENTO EN COMPAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Análisis técnico, estadístico y de costos de todos los trabajos de mantenimiento	■															1
2	Acciones de mejora derivados de los costos de los mantenimientos		■														2
3	Políticas de motivación, capacitación, crecimiento personal en todos los trabajadores			■													3
4	Registro informático de datos y costos de todos los trabajos de mantenimiento, en tiempo real				■												4
5	Planeación estratégica y programación técnica precisa de los trabajos de mantenimiento					■											5
6	Sistemas de inventarios en COMPAS garantizan que no haya agotados ni excesos						■										6
7	Cantidades que se piden de repuestos se basan en el EOQ Tamaño Lote Óptimo							■									7
8	COMPAS practica una metodología y controles de Inventarios Push MTS Pull MTO Frozen MTF?								■								8
9	Índices técnicos de ratios entre los trabajos predictivos preventivos sobre los correctivos									■							9
10	Informe global y específico de valores confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de equipos										■						10
11	Registro en tiempo real de todos los trabajos de mantenimiento: tiempos, recursos, repuestos, etc.											■					11
12	Análisis permanente de fallas mediante un Grupo Caza Fallas institucional de Compas												■				12
13	Costos de los diferentes tipos de mantenimiento: correctivos, preventivos, predictivos en tiempo real													■			13
14	Operación informa cuando realiza trabajos de mantenimiento en las máquinas, regitar datos.														■		14
15	Políticas de la empresa para reemplazar o sustituir equipos por antigüedad o edad															■	15
16	Uso de instrumentos y herramientas avanzadas para análisis predictivos de equipos																■ 16
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Una vez se tienen las 21 evaluaciones, se obtiene la media de estas en sus valoraciones.

Ilustración 59 - Matriz Promedio AIC

Matriz Promedio																	
Variable clave	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Motricidad promedio
1		4.2	3.5	3.9	4.4	3.8	3.8	3.4	3.8	3.9	3.6	3.0	4.5	3.4	4.2	3.8	3.8
2	3.9		3.6	3.8	4.3	3.8	3.6	3.7	3.8	4.1	3.8	3.7	4.0	3.3	4.3	4.3	3.9
3	3.9	3.8		4.0	4.2	3.5	3.2	3.5	3.6	3.6	3.9	3.9	3.5	3.2	2.5	4.1	3.6
4	4.5	4.2	3.0		4.5	4.0	4.0	3.7	3.7	4.3	4.3	3.9	4.4	3.2	3.8	3.7	3.9
5	4.4	4.0	3.3	3.9		4.2	4.2	3.8	3.6	4.0	4.0	3.8	4.2	3.1	3.3	4.2	3.9
6	3.3	3.4	2.5	3.6	4.3		4.2	4.2	3.3	3.1	3.0	2.6	3.5	2.3	2.7	2.7	3.2
7	3.3	3.2	2.8	3.3	3.8	4.5		4.2	3.6	3.0	3.1	2.9	3.3	2.4	2.7	2.7	3.3
8	3.1	3.3	2.5	3.4	4.0	4.5	4.1		2.9	3.1	3.3	2.7	3.7	2.4	2.9	2.9	3.3
9	4.0	4.2	3.2	3.5	4.1	3.5	3.7	3.4		3.8	3.6	3.6	3.7	2.9	3.4	3.7	3.6
10	3.8	3.8	3.6	3.5	4.1	3.8	3.6	3.4	3.8		3.2	3.8	3.8	3.5	3.9	3.7	3.7
11	4.4	3.9	3.4	4.2	4.2	4.1	4.0	4.0	3.9	4.1		4.0	4.2	3.2	3.4	3.8	3.9
12	3.7	3.7	3.2	3.5	3.8	3.6	3.3	3.4	4.1	4.3	3.4		3.6	2.8	3.6	3.8	3.6
13	4.3	4.2	3.1	3.8	4.2	3.5	3.6	3.4	4.1	3.9	3.4	3.3		2.9	4.2	3.8	3.7
14	3.2	3.8	3.1	3.6	3.7	2.9	3.1	2.7	3.3	3.5	3.8	3.2	3.3		2.9	2.6	3.2
15	3.7	3.7	2.9	3.7	3.4	3.3	3.0	3.1	3.1	4.4	3.8	3.6	3.5	2.4		3.3	3.4
16	3.9	3.6	3.5	3.9	4.1	3.2	3.3	3.3	4.3	4.0	3.5	3.9	3.9	2.8	3.4		3.6
Dependencia promedio	3.83	3.78	3.16	3.70	4.07	3.74	3.64	3.55	3.66	3.80	3.58	3.45	3.80	2.91	3.42	3.53	3.603

Con el fin de dar cumplimiento al procedimiento y poder construir la Matriz de Acceso Directo Booleana, de ceros y unos, se revisa cada valor, aquellos que estén por debajo de la media de 3.603, se les coloca cero (0) y los que estén por encima de 3.603 se les asigna un uno (1), de esta forma se obtiene la matriz Unitaria.

Ilustración 60 - Matriz Booleana de ceros y unos Promedio AIC

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1
2	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
3	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1
4	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
5	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1
6	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
9	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1
10	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1
11	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1
12	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1
13	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1
14	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
15	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
16	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
Σ	11	11	1	8	14	8	9	6	9	11	7	8	10	0	6	10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

3.3.4.1 Motricidad y Dependencia

La suma horizontal de los 16 valores de cada variable da la cantidad de Motricidad que tiene cada una, motricidad es la capacidad que tiene de influenciar a cada una de las demás, una a una.

Por otro lado la suma vertical de los valores de cada variable, otorga la capacidad de dejarse influenciar por una variable Motriz, esa característica se denomina Dependencia.

Ilustración 61 - Matriz Directa de Ceros y Unos - Motricidad y Dependencia

Matriz Unitaria Directa de ceros y unos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1
2	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
3	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1
4	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
5	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1
6	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
9	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1
10	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1
11	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1
12	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1
13	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1
14	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
15	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
16	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
Σ	11	11	1	8	14	8	9	6	9	11	7	8	10	0	6	10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Dependencia																

Σ	
10.00	1
13.00	2
9.00	3
13.00	4
11.00	5
3.00	6
3.00	7
4.00	8
9.00	9
10.00	10
12.00	11
8.00	12
9.00	13
3.00	14
5.00	15
7.00	16

M
o
t
r
i
c
i
d
a
d

3.3.4.2 Denominación de variables

Es el procedimiento estándar para encontrar las principales variables claves en sus cuatro grupos: motrices, espejo, del futuro y las independientes.

3.3.4.2.1 Motrices

Son aquellas variables cuyo valor de motricidad es superior a la media y su valor de dependencia es menor a la media de dependencia; en general impactan a las demás de manera significativa y a su vez ellas no se dejan influenciar por las demás por su baja dependencia.

3.3.4.2.2 De Reflejo o Espejo

Son las que se ubican con un valor de motricidad y de dependencia por encima de la media de cada una de ellas, son variables que se dejan influenciar fácilmente y a su vez impactan de manera muy eficaz a las otras, dado su doble rol de dependencia y motricidad; es por ello que se deben manejar con cautela, son tremendamente sensibles y por ende peligrosas, pueden impactar en doble sentido es decir reciben influencia e impactan a otras.

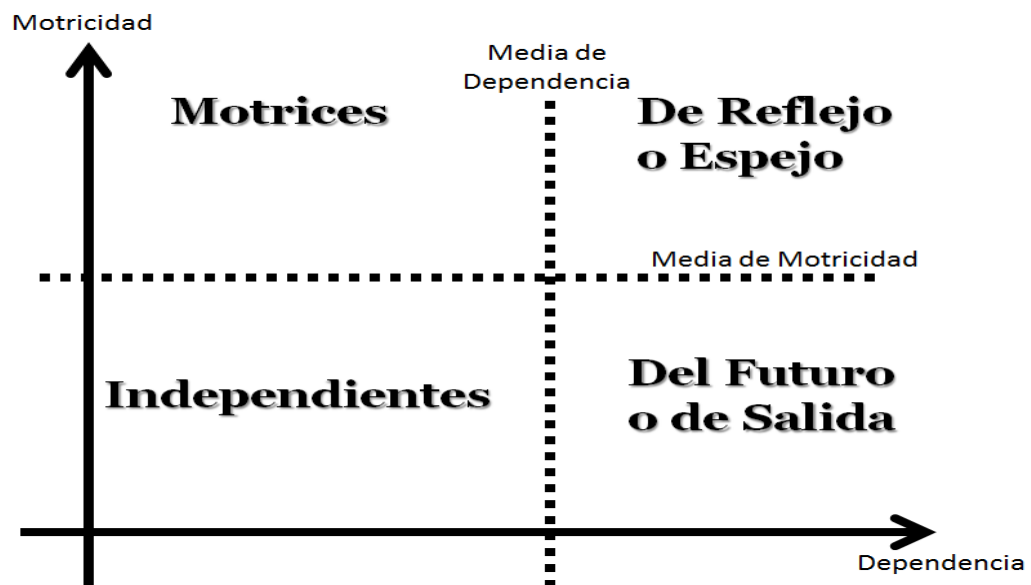
3.3.4.2.3 Del Futuro o de Salida

Son las variables que tienen una Dependencia superior a la media y una Motricidad inferior a la media de esta. Son las que al medirse permiten saber el grado de éxito del Proyecto prospectivo, son las de salida y como tal sirven para monitorear el éxito del, proceso intervenido.

3.3.4.2.4 Independientes

Son las que tienen valores inferiores a la media tanto en dependencia como en motricidad, no impactan el sistema, son falsos problemas, no se les debe dedicar ningún esfuerzo ya que no inciden para nada en el proyecto.

Ilustración 62 - Ubicación de Variables



El siguiente paso es construir el Mapa Arquitectónico Directo que sale de graficar las dieciséis variables de la Matriz Unitaria Directa.

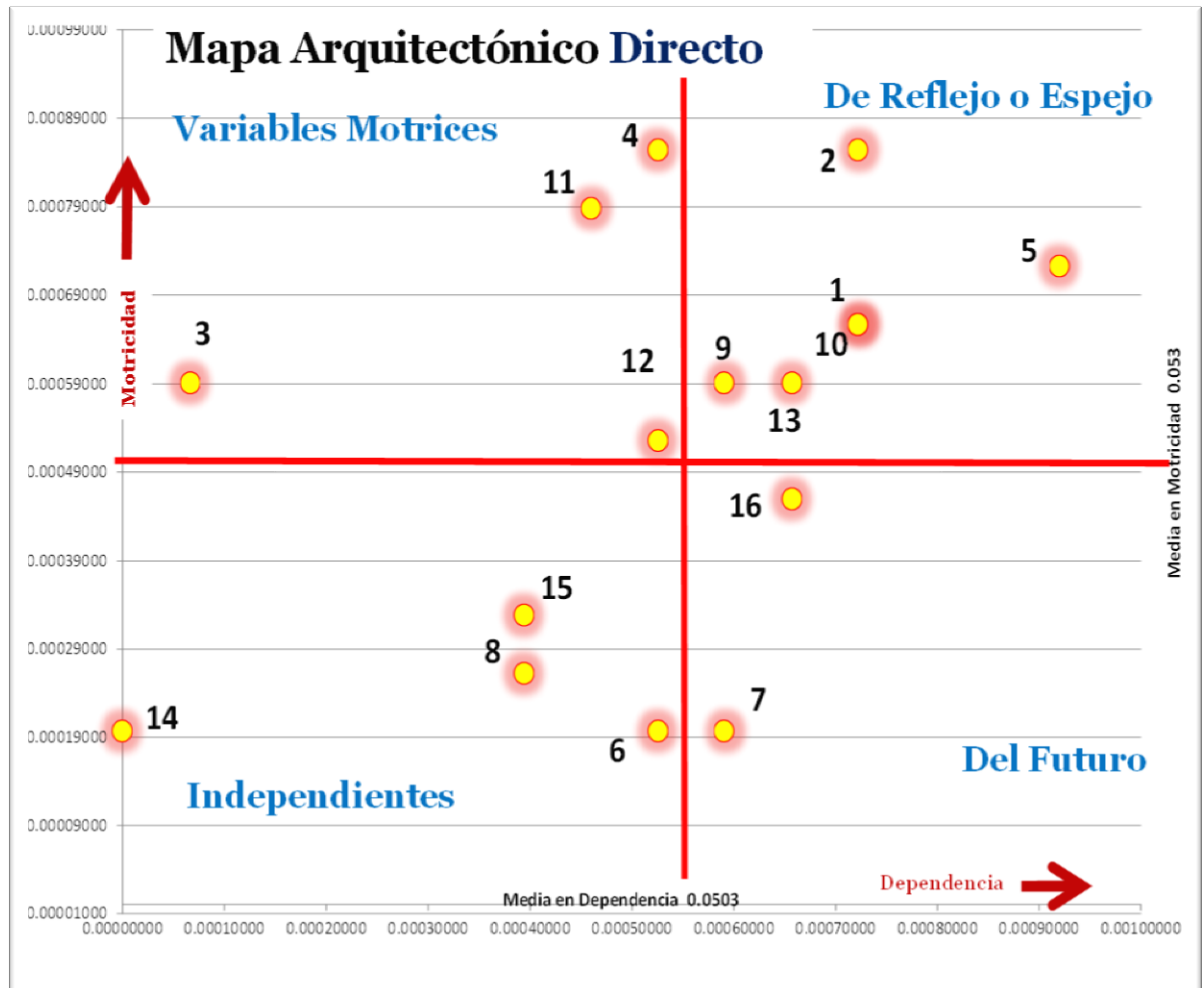
Ilustración 63 - Valores Directos de Motricidad y Dependencia

DIRECTO						
Variable No.	Motricidad	Dependencia	Variables - Tipos factibles			
1	0.0657%	0.0723%		Espejo		
2	0.0854%	0.0723%		Espejo		
3	0.0591%	0.0066%	Motriz			
4	0.0854%	0.0526%	Motriz			
5	0.0723%	0.0920%		Espejo		
6	0.0197%	0.0526%				Independiente
7	0.0197%	0.0591%			Del Futuro	
8	0.0263%	0.0394%				Independiente
9	0.0591%	0.0591%		Espejo		
10	0.0657%	0.0723%		Espejo		
11	0.0788%	0.0460%	Motriz			
12	0.0526%	0.0526%				Independiente
13	0.0591%	0.0657%		Espejo		
14	0.0197%	0.0000%				Independiente
15	0.0328%	0.0394%				Independiente
16	0.0460%	0.0657%			Del Futuro	
Promedios	0.05296610%	0.0530%	3	6	2	5
						16
Máximos	0.0854%	0.0920%				
Mínimos	0.0197%	0.0000%				

3.3.4.3 Mapa Directo

Es el logran visualizar los seres humanos, pero no es la realidad futura, para ello se ha de utilizar la prospectiva MIC MAC, la cual realiza unas operaciones sobre la Matriz Directa.

Ilustración 64 - Mapa Arquitectónico Directo



3.3.4.4 Mapa Indirecto

La verdadera realidad futura la aporta el Mapa Estratégico Indirecto de Impacto Cruzado, el cual se logra construir a partir de la multiplicación matricial de la Matriz unitaria a la potencia $3.3699 \cdot 10^{66}$, con lo cual se obtienen nuevos valores de motricidad y dependencia de cada una de las variables.

Para garantizar que los resultados sean estables en el largo plazo, se realizan varias pruebas, entre ellas la de estabilidad, la cual garantiza que los valores en motricidad por un lado y de dependencia por el otro no varían en el tiempo.

Ilustración 65 - Prueba de estabilidad en Motricidad en el tiempo infinito

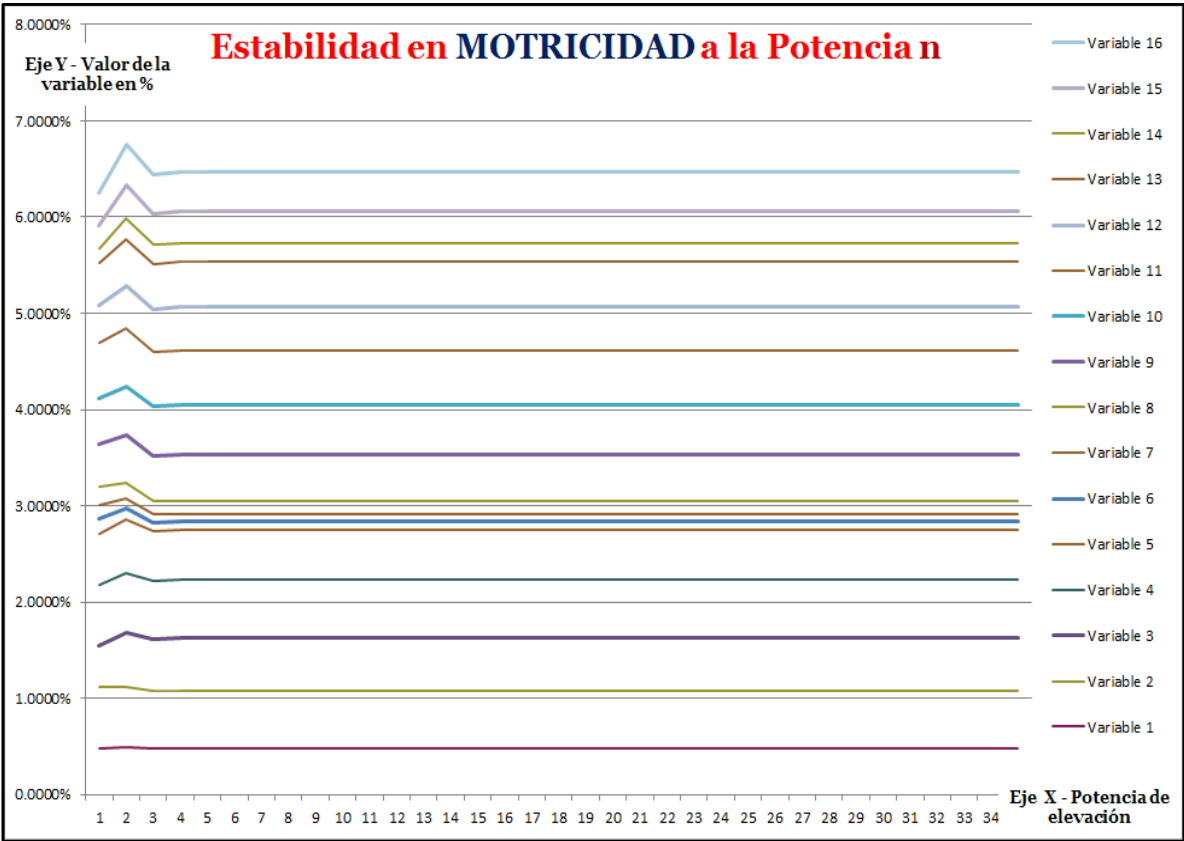
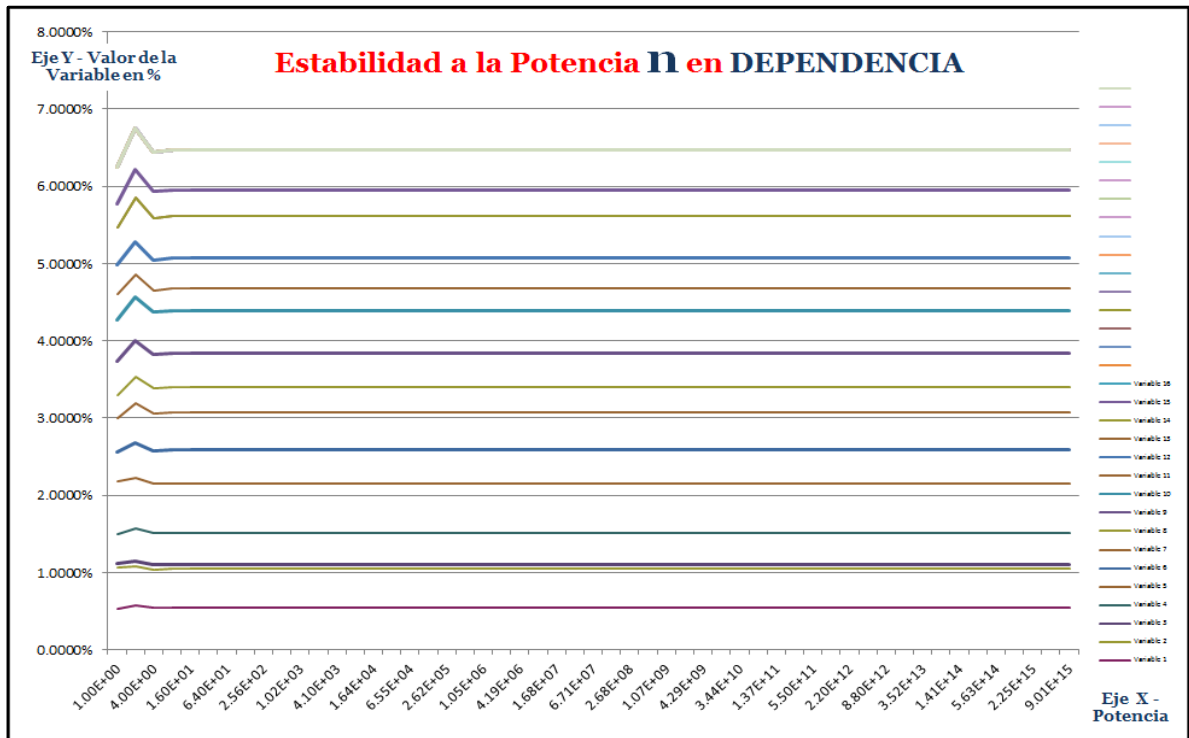


Ilustración 66 - Prueba de estabilidad en Dependencia en el tiempo infinito

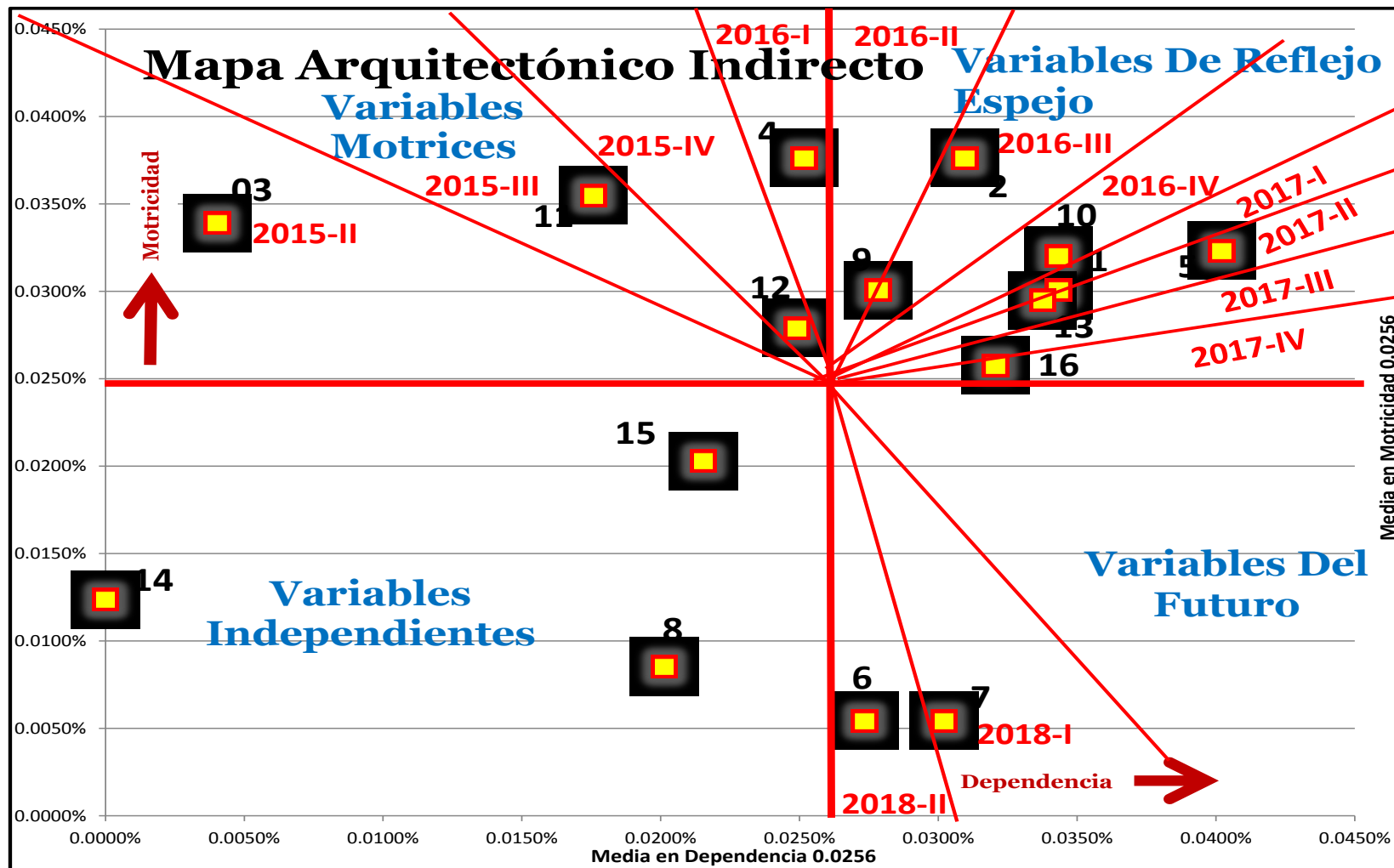


Lo anterior da plena garantía que la calificación de Motriz, Espejo, Futuro o Independiente que adquiera la variable se mantiene permanente en el tiempo de corto, mediano y largo plazo. El eje de potencia de las gráficas anteriores garantiza la estabilidad en el tiempo futuro.

Ilustración 67 - Valores Indirectos de Motricidad y Dependencia

	INDIRECTO					
Variable	Motricidad	Dependencia				
1	0.0301%	0.0343%		Espejo		
2	0.0376%	0.0310%		Espejo		
3	0.0339%	0.0040%	Motriz			
4	0.0376%	0.0252%	Motriz			
5	0.0323%	0.0402%		Espejo		
6	0.0054%	0.0273%			Del Futuro	
7	0.0054%	0.0302%			Del Futuro	
8	0.0085%	0.0201%				Independiente
9	0.0301%	0.0278%		Espejo		
10	0.0320%	0.0343%		Espejo		
11	0.0355%	0.0176%	Motriz			
12	0.0279%	0.0249%	Motriz			
13	0.0295%	0.0337%		Espejo		
14	0.0124%	0.0000%				Independiente
15	0.0203%	0.0215%				Independiente
16	0.0258%	0.0321%		Espejo		
Promedios	0.0253%	0.0253%	4	7	2	3
Máximos	0.0376%	0.0402%				
Mínimos	0.0054%	0.0000%				

Ilustración 68 - Mapa Arquitectónico Indirecto Válido para la toma de decisiones futuras



Este es el Diagrama más importante de toda la Etapa Planeación Estratégica de Mantenimiento.

3.3.4.5 Dinamismo del sistema

El sistema es bastante dinámico, tres de sus dieciséis variables cambiaron, así:

Ilustración 69 - Dinamismo de las variables entre Directo e Indirecto

Dinamismo		DIRECTO					INDIRECTO				
Variable	18.75%	Variable No.	Variables - Tipos factibles				Variable				
1	No Cambió	1	Espejo				1	Espejo			
2	No Cambió	2	Espejo				2	Espejo			
3	No Cambió	3	Motriz				3	Motriz			
4	No Cambió	4	Motriz				4	Motriz			
5	No Cambió	5	Espejo				5	Espejo			
6	Cambió	6				Independiente	6		Del Futuro		
7	No Cambió	7			Del Futuro		7		Del Futuro		
8	No Cambió	8				Independiente	8				Independiente
9	No Cambió	9	Espejo				9	Espejo			
10	No Cambió	10	Espejo				10	Espejo			
11	No Cambió	11	Motriz				11	Motriz			
12	Cambió	12				Independiente	12	Motriz			
13	No Cambió	13	Espejo				13	Espejo			
14	No Cambió	14				Independiente	14				Independiente
15	No Cambió	15				Independiente	15				Independiente
16	Cambió	16			Del Futuro		16	Espejo			
		3 6 2 5 16					4 7 2 3				

A esta Matriz de Impacto Indirecto, se le aplican varios análisis propios, entre los más relevantes, se desarrollan para poder elaborar las estrategias y acciones futuras de mantenimiento efectivo, en la compañía portuaria además de entregar las conclusiones del objetivo número 1:

3.3.4.5.1 Análisis Estructural de Impacto Cruzado

Lo primero que se deduce es la secuencia lógico temporal de realización de las variables de mantenimiento, iniciando con las Motrices, Espejo y del Futuro, sucesivamente.

Ilustración 70 - Secuencia lógica estratégica temporal de aplicación VCM

Tipo	#	Variable	Ejecución en Año - Trimestre
Motrices	3	Políticas de motivación, capacitación, crecimiento personal en todos los trabajadores	2015 - Trimestre 2
	11	Registro en tiempo real de todos los trabajos de mantenimiento: tiempos, recursos, repuestos, etc.	2015 - Trimestre 3
	12	Análisis permanente de fallas mediante un Grupo Caza Fallas Institucional de Compas	2015 - Trimestre 4
	4	Registro informático de datos y costos de todos los trabajos de mantenimiento, en tiempo real	2016 - Trimestre 1
Espejos	9	Índices técnicos de ratios entre los trabajos predictivos preventivos sobre los correctivos	2016 - Trimestre 2
	2	Acciones de mejora derivados de los costos de los mantenimientos	2016 - Trimestre 3
	10	Informe global y específico de valores confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de equipos	2016 - Trimestre 4
	1	Análisis técnico, estadístico y de costos de todos los trabajos de mantenimiento	2017 - Trimestre 1
	5	Planeación estratégica y programación técnica precisa de los trabajos de mantenimiento	2017 - Trimestre 2
	13	Costos de los diferentes tipos de mantenimiento: correctivos, preventivos, predictivos en tiempo real	2017 - Trimestre 3
Del Futuro	16	Uso de instrumentos y herramientas avanzadas para análisis predictivos de equipos	2017 - Trimestre 4
	7	Cantidades que se piden de repuestos se basan en el EOQ Tamaño Lote Óptimo	2018 - Trimestre 1
Control	6	Sistemas de inventarios en COMPAS garantizan que no haya agotados ni excesos	2018 - Trimestre 2
Inertes	8	COMPAS practica una metodología y controles de Inventarios Push MTS Pull MTO Frozen MTF	Nunca
	14	Operación informa cuando realiza trabajos de mantenimiento en las máquinas, regitar datos.	Nunca
	15	Políticas de la empresa para reemplazar o sustituir equipos por antigüedad o edad	Nunca

(Mora, 2012)

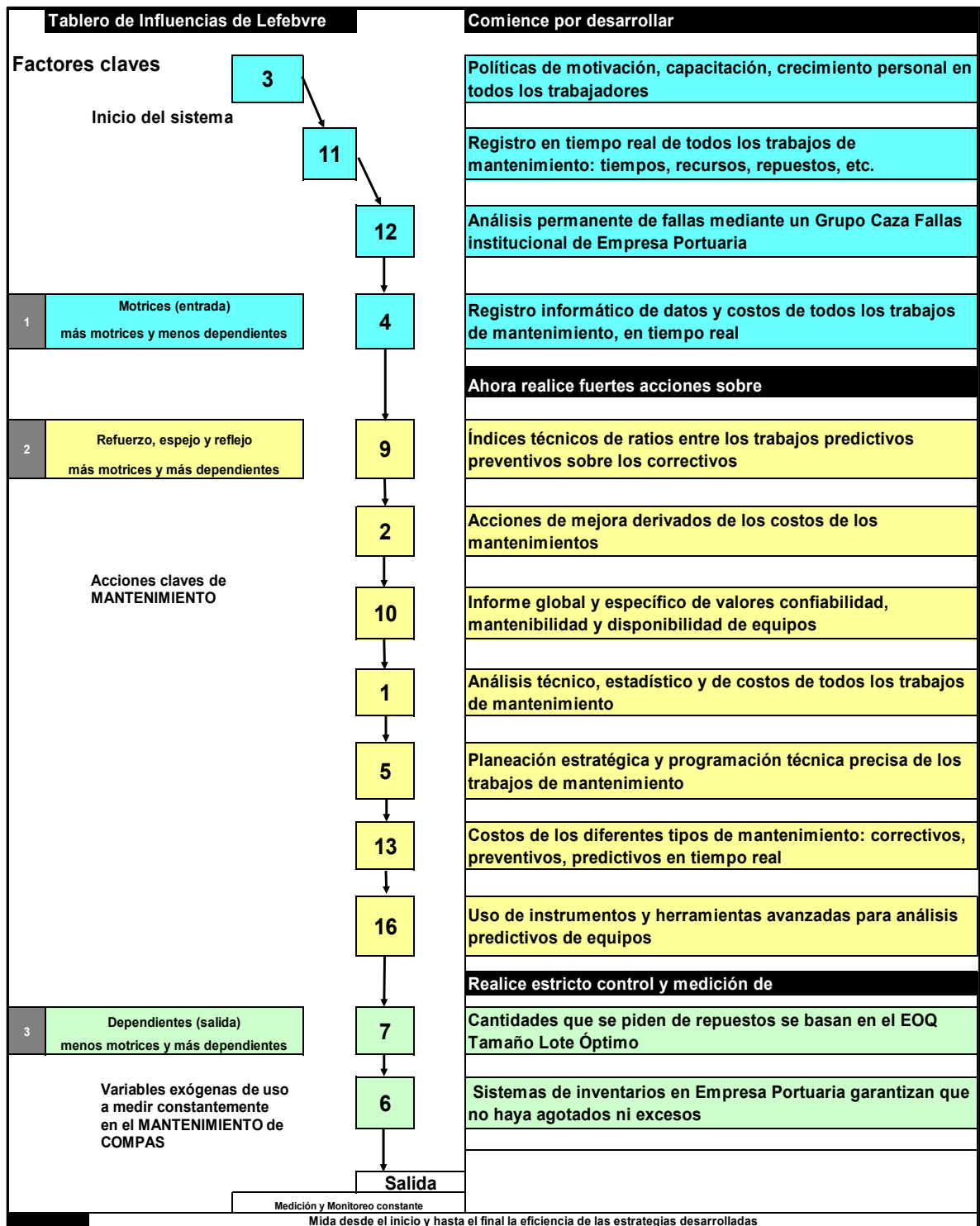
Ilustración 71 - Tablero de Poderes P.F. de Ténrière-Buchot

Tipo	#	Variable	Ejecución en Año - Trimestre
		FORTALEZAS A TRABAJAR	
Motrices	3	Políticas de motivación, capacitación, crecimiento personal en todos los trabajadores	2015 - Trimestre 2
	11	Registro en tiempo real de todos los trabajos de mantenimiento: tiempos, recursos, repuestos, etc.	2015 - Trimestre 3
	12	Análisis permanente de fallas mediante un Grupo Caza Fallas institucional de Empresa Portuaria	2015 - Trimestre 4
	4	Registro informático de datos y costos de todos los trabajos de mantenimiento, en tiempo real	2016 - Trimestre 1
		AUMENTO O PROPAGACIÓN DE OPORTUNIDADES	
Espejos	9	Índices técnicos de ratios entre los trabajos predictivos preventivos sobre los correctivos	2016 - Trimestre 2
	2	Acciones de mejora derivados de los costos de los mantenimientos	2016 - Trimestre 3
	10	Informe global y específico de valores confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de equipos	2016 - Trimestre 4
	1	Análisis técnico, estadístico y de costos de todos los trabajos de mantenimiento	2017 - Trimestre 1
	5	Planeación estratégica y programación técnica precisa de los trabajos de mantenimiento	2017 - Trimestre 2
	13	Costos de los diferentes tipos de mantenimiento: correctivos, preventivos, predictivos en tiempo real	2017 - Trimestre 3
	16	Uso de instrumentos y herramientas avanzadas para análisis predictivos de equipos	2017 - Trimestre 4
		DEBILIDADES	
Del Futuro Control	7	Cantidades que se piden de repuestos se basan en el EOQ Tamaño Lote Óptimo	2018 - Trimestre 1
	6	Sistemas de inventarios en Compañía Portuaria garantizan que no haya agotados ni excesos	2018 - Trimestre 2
		FALSOS PROBLEMAS	
Inertes	8	Compañía Portuaria practica una metodología y controles de Inventarios Push MTS Pull MTO Frozen MTF	Nunca
	14	Operación informa cuando realiza trabajos de mantenimiento en las máquinas, regitar datos.	Nunca
	15	Políticas de la empresa para reemplazar o sustituir equipos por antigüedad o edad	Nunca

Ilustración 84 - Influencias de Diagrama D'jambi

	MOTRICES	
3	Políticas de motivación, capacitación, crecimiento personal en todos los trabajadores	2015 - Trimestre 2
11	Registro en tiempo real de todos los trabajos de mantenimiento: tiempos, recursos, repuestos, etc.	2015 - Trimestre 3
12	Análisis permanente de fallas mediante un Grupo Caza Fallas institucional de Empresa Portuaria	2015 - Trimestre 4
4	Registro informático de datos y costos de todos los trabajos de mantenimiento, en tiempo real	2016 - Trimestre 1
	ESPEJO O REFLEJO	
9	Índices técnicos de ratios entre los trabajos predictivos preventivos sobre los correctivos	2016 - Trimestre 2
2	Acciones de mejora derivados de los costos de los mantenimientos	2016 - Trimestre 3
10	Informe global y específico de valores confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de equipos	2016 - Trimestre 4
1	Análisis técnico, estadístico y de costos de todos los trabajos de mantenimiento	2017 - Trimestre 1
5	Planeación estratégica y programación técnica precisa de los trabajos de mantenimiento	2017 - Trimestre 2
13	Costos de los diferentes tipos de mantenimiento: correctivos, preventivos, predictivos en tiempo real	2017 - Trimestre 3
16	Uso de instrumentos y herramientas avanzadas para análisis predictivos de equipos	2017 - Trimestre 4
	DEL FUTURO	
7	Cantidades que se piden de repuestos se basan en el EOQ Tamaño Lote Óptimo	2018 - Trimestre 1
6	Sistemas de inventarios en Empresa Portuaria garantizan que no haya agotados ni excesos	2018 - Trimestre 2
	INDEPENDIENTES O INERTES	
8	Empresa Portuaria practica una metodología y controles de Inventarios Push MTS Pull MTO Frozen	Nunca
14	Operación informa cuando realiza trabajos de mantenimiento en las máquinas, registar datos.	Nunca
15	Políticas de la empresa para reemplazar o sustituir equipos por antigüedad o edad	Nunca

Ilustración 72 - Tablero de Influencias de Lefebvre.



(Delgado, 2014)(Mejía, 2014)(Mora, 2012).

En este instante ya se cuenta con todos los análisis, cuadros, lógica secuencial de variables, las variables claves a trabajar, los recursos y las fechas en el calendario prospectivo a realizar; de esta forma el siguiente capítulo se dedica a la interpretación, análisis de impacto cruzado y a generar el Plan de Mejoras a realizar, cada paso con su respectivo análisis e implicaciones de corto, de mediano y de largo plazo.

3.4 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 3

De esta forma el capítulo tres cumple con demasía y suficiencia los propósitos de ejecución de los tres instrumentos proyectivos, técnicos y prospectivos DIE, ASAF y AIC.

Dejando un análisis contundente y amplio, para determinar el Plan Estratégico de acciones y tácticas futuras de mantenimiento, que conlleven obligatoriamente al éxito a la Empresa Portuaria.

4 PLAN DE MEJORAS

4.1 OBJETIVO 4

Establecer un conjunto coherente de estrategias relevantes de un Plan de Mantenimiento, con mejoras impactantes a partir del análisis estructural prospectivo. Nivel 4 - Analizar

4.2 INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO 4

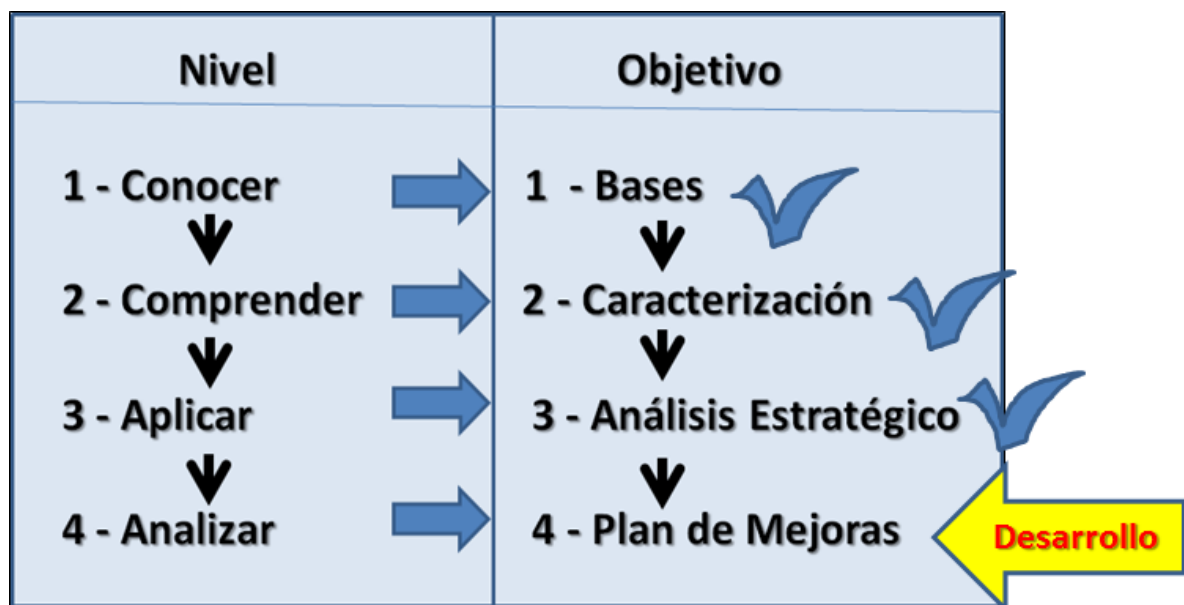
El capítulo aporta todas las estrategias, análisis, acciones y tácticas a realizar en el tiempo futuro de una forma secuencial y lógica.

De tal forma que se garantice la aplicación de los análisis derivados prospectivos T Tablero de Influencias de Lefebvre, Influencias de Diagrama D'jambi, Tablero de Poderes P.F. de Ténier-Buchot, Secuencia lógica estratégica temporal de aplicación VCM, Mapas Estratégico Indirecto (el más importante, de todo el proyecto) y del Directo, demás análisis realizados.

4.3 DESARROLLO

El proceso consiste en presentar en su orden lógico y temporal derivado del Mapa Estratégico Arquitectónico Indirecto en su orden, importancia y secuencia, las acciones sobre cada una de las variables Claves de Mantenimiento VCM.

Ilustración 73 - Estado de Avance Capítulo 4



El capítulo se desenvuelve exclusivamente alrededor de las variables que aparecen en el Mapa Estratégico Indirecto Arquitectónico Futurístico MIC MAC de orden AIC

Ilustración 74 - Variables Grupos (4)



Ilustración 75 - Mapa Arquitectónico Indirecto Válido para la toma de decisiones futuras

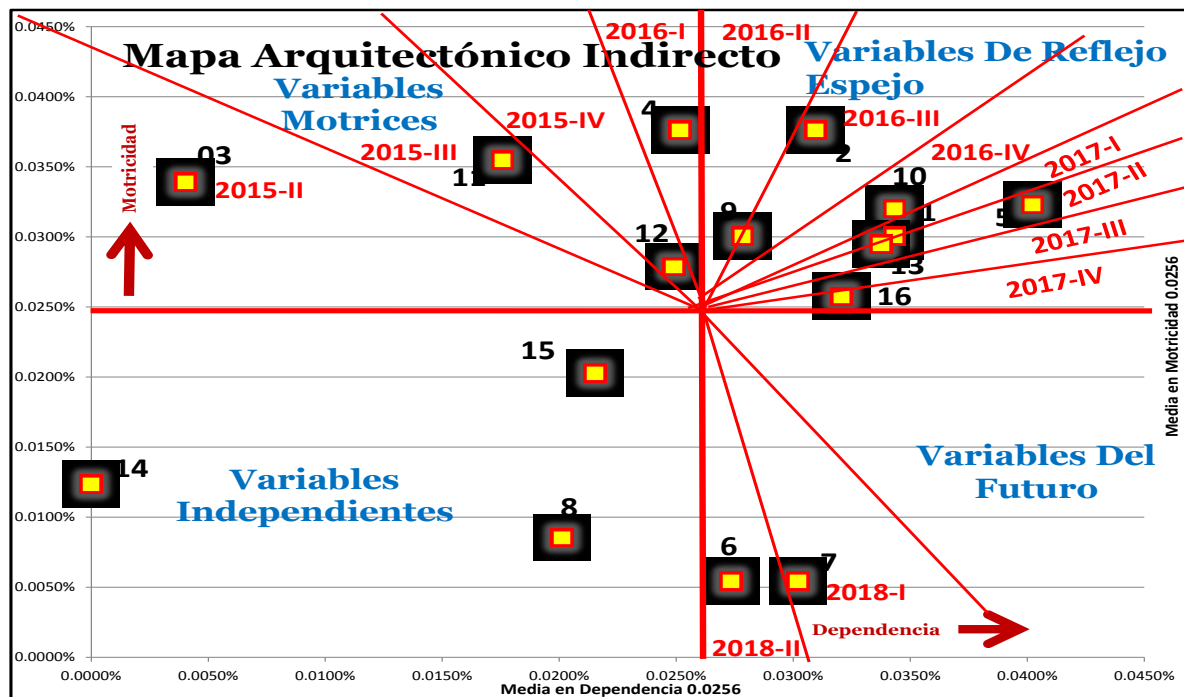


Ilustración 76 - Valores de Motricidad y Dependencia de las Variables Claves de Mantenimiento

DIRECTO						
Variable No.	Motricidad	Dependencia	Variables - Tipos factibles			
1	0.0657%	0.0723%		Espejo		
2	0.0854%	0.0723%		Espejo		
3	0.0591%	0.0066%	Motriz			
4	0.0854%	0.0526%	Motriz			
5	0.0723%	0.0920%		Espejo		
6	0.0197%	0.0526%				Independiente
7	0.0197%	0.0591%			Del Futuro	
8	0.0263%	0.0394%				Independiente
9	0.0591%	0.0591%		Espejo		
10	0.0657%	0.0723%		Espejo		
11	0.0788%	0.0460%	Motriz			
12	0.0526%	0.0526%				Independiente
13	0.0591%	0.0657%		Espejo		
14	0.0197%	0.0000%				Independiente
15	0.0328%	0.0394%				Independiente
16	0.0460%	0.0657%			Del Futuro	
Promedios	0.05296610%	0.0530%	3	6	2	5
Máximos	0.0854%	0.0920%				
Mínimos	0.0197%	0.0000%				

INDIRECTO						
Variable	Motricidad	Dependencia				
1	0.0301%	0.0343%		Espejo		
2	0.0376%	0.0310%		Espejo		
3	0.0339%	0.0040%	Motriz			
4	0.0376%	0.0252%	Motriz			
5	0.0323%	0.0402%		Espejo		
6	0.0054%	0.0273%			Del Futuro	
7	0.0054%	0.0302%			Del Futuro	
8	0.0085%	0.0201%				Independiente
9	0.0301%	0.0278%		Espejo		
10	0.0320%	0.0343%		Espejo		
11	0.0355%	0.0176%	Motriz			
12	0.0279%	0.0249%	Motriz			
13	0.0295%	0.0337%		Espejo		
14	0.0124%	0.0000%				Independiente
15	0.0203%	0.0215%				Independiente
16	0.0258%	0.0321%		Espejo		
Promedios	0.0253%	0.0253%	4	7	2	3
Máximos	0.0376%	0.0402%				
Mínimos	0.0054%	0.0000%				

4.3.1 Plan Estratégico de Mantenimiento

Es el resultado integral de los tres métodos realizados: DIE, ASAF y AIC

4.3.1.1 Variables Estratégicas Motrices:

Son las primeras variables que se deben trabajar para que impacten a las demás, en este caso las Espejo o reflejo.

Entre ellas aparecen en su orden secuencial y lógico: 03, 11, 12 y 04.

La metodología tripartita conlleva a las siguientes tareas y acciones:

4.3.1.1.1 Recursos Humanos – Trimestre II de 2015 - Variable 03

Revisar todo lo concerniente a las Políticas de selección, entrenamiento, crecimiento, desarrollo, reentrenamientos, salarios, motivación y todo lo concerniente a motivación de RRHH de la compañía en aras de encontrar puntos susceptibles al RCM, que requiere esta condición sine qua non.

Acción sugerida. Doctor Director Nacional de Mantenimiento coordina reunión temática con RRHH para abordar el tema y definir algunas acciones concretas, en fecha sugerida de mayo de 2015 para la reunión.

4.3.1.1.2 Información de Mantenimiento en tiempo real – Trimestre III de 2015 - Variable 11

Revisar el proceso completo de cargue de información sobre apertura de trabajos, alimentación de información y cierre de los mismos, en el software actual, para poder generar recomendaciones.

Acción sugerida. Líder Facilitador Nacional de Proyecto Mantenimiento organiza visita con inspección detallada de proceso para el mes de julio de 2015, a un proceso de manejo de información de trabajos de mantenimiento en tiempo real con el Líder COMPAÑÍA DE APOYO LOGÍSTICO, para definir acciones de corto plazo en Plan Estratégico, con el fin de ponerlas en marcha en el segundo trimestre de 2015.

4.3.1.1.3 Creación y puesta en marcha de Grupo Caza Fallas – Trimestre IV de 2015 – Variable 12

Entrenar al Grupo Primario de Mantenimiento en Análisis de Fallas antes o durante el entrenamiento de RCM, al igual constituir de manera formal el Grupo Caza Fallas con su reglamentación, objetivos, líderes, organización, fines, etcétera, de tal forma que alimente al Grupo RCM y a Mantenimiento en general.

Acción sugerida. Coordinar con el Doctor Director Nacional de Mantenimiento un entrenamiento de al menos 16 horas antes de RCM o en la primera sesión de entrenamiento de RCM, lo que implica doblar el tiempo asignado a entrenamiento RCM, para trabajar 16 horas de entrenamiento en Fallas y 8 horas en la constitución y puesta en marcha del Grupo Caza Fallas.

4.3.1.1.4 Informática datos nacionales Mantenimiento tiempo real - Trimestre I de 2016 - Variable 04

A nivel nacional conocer los sistemas de cargue de información de los datos de mantenimiento en toda su dimensión y su alineación con lo nacional, con el fin de conocer su trazabilidad y utilidad; con el fin de generar acciones a mejorar este punto en el primer trimestre de 2016.

Acción sugerida. Doctor Director Nacional de Mantenimiento en coordinación con Gerentes de Puertos y Personal de Ingeniería de Mantenimiento en cada sede, organiza visitas en tiempo real en las ciudades de Tolú, Barranquilla, Buenaventura, etcétera para conocer el manejo de manejo de mantenimiento y en especial el manejo del proceso informático de datos. Trimestre uno de 2016.

4.3.1.2 Variables Claves de Trabajo – Espejo o de Reflejo:

Una vez se tiene el Personal con alta motivación, un Grupo Caza Fallas funcionando, un RCM en marcha y un sistema de información de mantenimiento con datos en tiempo real, se trabajan entonces sobre las variables Espejo⁸ o de Reflejo, que son en este caso la 09, la 02, la 10, la 01, la 05, la 13 y la 16, cuyo análisis se fundamenta así:

Ilustración 77 - Valores de Dependencia y Motricidad de las variables Espejo (amarillo).

Variable clave	1	2	3	4	5	9	10	11	12	13	14	15	16	Motricidad promedio
1		4.2	3.5	3.9	4.4	3.8	3.9	3.6	3.0	4.5	3.4	4.2	3.8	3.8
2	3.9		3.6	3.8	4.3	3.8	4.1	3.8	3.7	4.0	3.3	4.3	4.3	3.9
3	3.9	3.8		4.0	4.2	3.6	3.6	3.9	3.9	3.5	3.2	2.5	4.1	3.6
4	4.5	4.2	3.0		4.5	3.7	4.3	4.3	3.9	4.4	3.2	3.8	3.7	3.9
5	4.4	4.0	3.3	3.9		3.6	4.0	4.0	3.8	4.2	3.1	3.3	4.2	3.9
6	3.3	3.4	2.5	3.6	4.3	3.3	3.1	3.0	2.6	3.5	2.3	2.7	2.7	3.2
7	3.3	3.2	2.8	3.3	3.8	3.6	3.0	3.1	2.9	3.3	2.4	2.7	2.7	3.3
8	3.1	3.3	2.5	3.4	4.0	2.9	3.1	3.3	2.7	3.7	2.4	2.9	2.9	3.3
9	4.0	4.2	3.2	3.5	4.1		3.8	3.6	3.6	3.7	2.9	3.4	3.7	3.6
10	3.8	3.8	3.6	3.5	4.1	3.8		3.2	3.8	3.8	3.5	3.9	3.7	3.7
11	4.4	3.9	3.4	4.2	4.2	3.9	4.1		4.0	4.2	3.2	3.4	3.8	3.9
12	3.7	3.7	3.2	3.5	3.8	4.1	4.3	3.4		3.6	2.8	3.6	3.8	3.6
13	4.3	4.2	3.1	3.8	4.2	4.1	3.9	3.4	3.3		2.9	4.2	3.8	3.7
14	3.2	3.8	3.1	3.6	3.7	3.3	3.5	3.8	3.2	3.3		2.9	2.6	3.2
15	3.7	3.7	2.9	3.7	3.4	3.1	4.4	3.8	3.6	3.5	2.4		3.3	3.4
16	3.9	3.6	3.5	3.9	4.1	4.3	4.0	3.5	3.9	3.9	2.8	3.4		3.6
Dependencia promedio	3.83	3.78	3.16	3.70	4.07	3.66	3.80	3.58	3.45	3.80	2.91	3.42	3.53	3.603

⁸ Son las que presentan motricidad y dependencia por encima de las medias de ambas.

4.3.1.2.1 Implementar Indicadores de relación trabajos Planeados sobre no planeados - Variable 09 –Trimestre 2 de 2016

Se deben poner en marcha análisis de los ratios entre los trabajos de reparación y de mantenimiento, con el fin de mejorar el Beta y eliminar las causas raíces de falla, en el período 2 del año 2016.

Acciones a tener en cuenta: las dos variables que más incidencia motriz tienen sobre la 9, son la 11 y la 12, que son respectivamente Registrar los datos de mantenimiento en el Programa Informático en tiempo real y el Análisis de causa raíz, es lógico el primero (11) dado que el ratio saldrá de la información e que se disponga en ese momento y la segunda porque la eliminación de la causa raíz de los problemas eliminará correctivos y mejora el índice.

4.3.1.2.2 Desarrollar acciones de mejora derivados del análisis de costos - Variable 02 - Trimestre 3 de 2016

La información de costos en tiempo real es demasiado importante desde el inicio del Proyecto, se deben hacer análisis permanentes de costos LCC en los equipos, activos y trabajos de mantenimiento. Esta revisión exhaustiva se debe realizar en el trimestre 3 del año 2016.

Acciones a tener en cuenta: las dos variables que más incidencia motriz tienen sobre la 2, son la 11 y la 4, que son respectivamente Registrar los datos de mantenimiento en el Programa Informático en tiempo real lo cual es obvio para tener costos en tiempo real y actualizado. Revisar bien la 4 y 11 en el trimestre indicado 3 de 2016, en especial sobre esta variable de costos.

4.3.1.2.3 Informe de mediciones y predicciones de Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad - Variable 10 -Trimestre 4 de 2016

El grado de éxito del programa, al menos en cuanto a sus indicadores técnicos depende seriamente de esta variable, por lo cual es importante realizarla desde lo más temprano posible en el tiempo del proyecto, y más que el proyecto con COMPAÑÍA DE APOYO LOGÍSTICO en esta primera Fase solo llega hasta julio de 2016, lo cual implica tener una posición definida al respecto.

Esta decisión debe tomarse antes del trimestre 4 del año 2016. Esto deriva en la necesidad de una asesoría y/o entrenamiento en sitio para la medición y predicción del CMD, situación vital en RCM para determinar la prioridad de

equipos a trabajar; otra propuesta sería en agosto de 2016 en paralelo con el inicio de RCM entrenar al Grupo Primario en CMD al menos 24 horas.

Acciones a tener en cuenta: las dos variables que más incidencia motriz tienen sobre la 10, son la 12 y la 4, que son respectivamente Análisis de Fallas y Registrar los datos de mantenimiento en el Programa Informático en tiempo real; el primero de ellos es vital para lograr encasillar el Beta o factor de forma de las fallas en valores inferiores a uno, por lo cual es indispensable un pronto entrenamiento CMD para poder medir y determinar la criticidad de los equipos a partir de la Confiabilidad Operacional de cada uno de ellos, lo que se logra midiendo y prediciendo su comportamiento futuro. Por el otro lado se exige la variable 4 referente a registros y datos actualizados en el software.

4.3.1.2.4 Análisis profundo matemático, técnico, estadístico y de costos de todos los trabajos de mantenimiento - Variable 01 -Trimestre 1 de 2017

En todo departamento de vanguardia de mantenimiento es necesario este paso para poder tomar decisiones correctas con fundamento analítico. Se recomienda tener esto implementado al inicio del año 2017.

Acciones a tener en cuenta: las dos variables que más incidencia motriz tienen sobre la 1, son la 11 y la 4, que son respectivamente Registrar los datos de mantenimiento en el Programa Informático en tiempo real lo cual es obvio para tener datos en tiempo real y actualizado. Revisar bien en el trimestre indicado 1 de 2017.

4.3.1.2.5 Planeación estratégica y programación precisa de los trabajos de mantenimiento - Variable 05 -Trimestre 2 de 2017

Para esto se requiere que casi todo lo anterior esté funcionando, en especial el CMD y datos en el programa informático en tiempo real, además este proyecto per se es parte de la Planeación Estratégica. Este debe realizar en trimestre 2 de 2017. Es la variable 5 la de mayor dependencia y por ende la más importante de las Espejo o De Reflejo, que consiste en la Planeación estratégica y programación precisa de los trabajos de mantenimiento; lo que permite afirmar que es este proyecto.

Acciones a tener en cuenta: las dos variables que más incidencia motriz tienen sobre la 13, son la 11 y la 4, que son respectivamente Registrar los datos de mantenimiento en el Programa Informático en tiempo real lo cual es obvio para

tener datos en tiempo real y actualizado. Revisar bien en el trimestre indicado 1 de 2017.

4.3.1.2.6 Costos mantenimiento correctivos, preventivos y predictivos - Variable 13 -Trimestre 3 de 2017

Se debe garantizar esta información actualizada, correcta y en tiempo real.

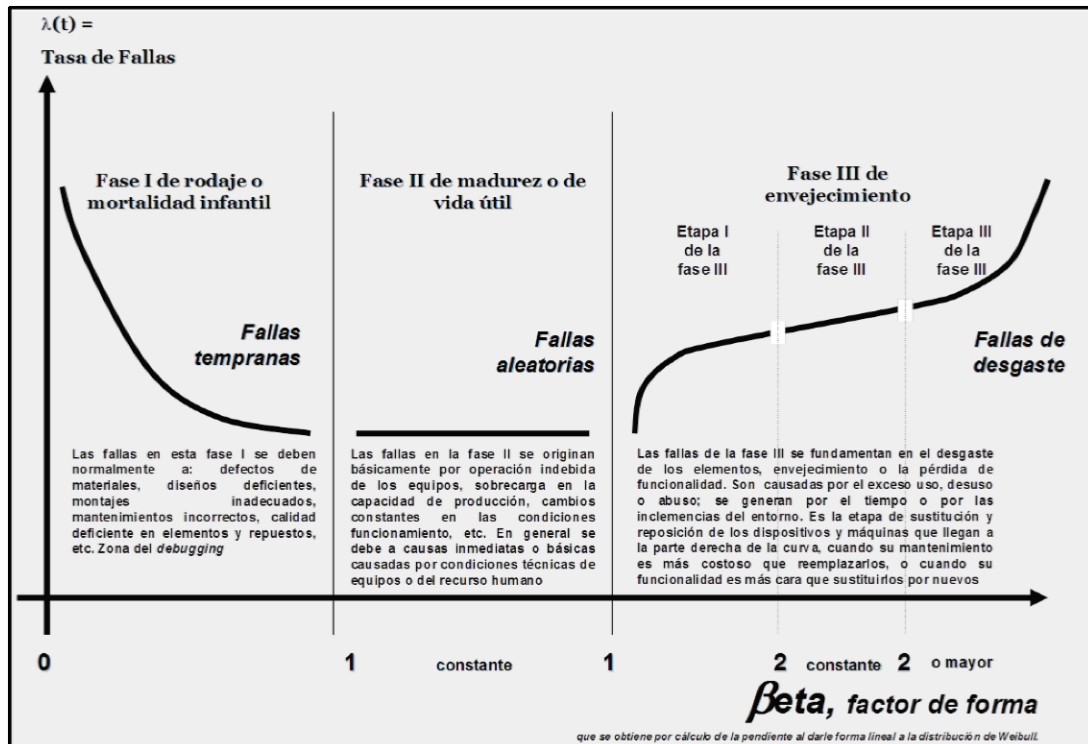
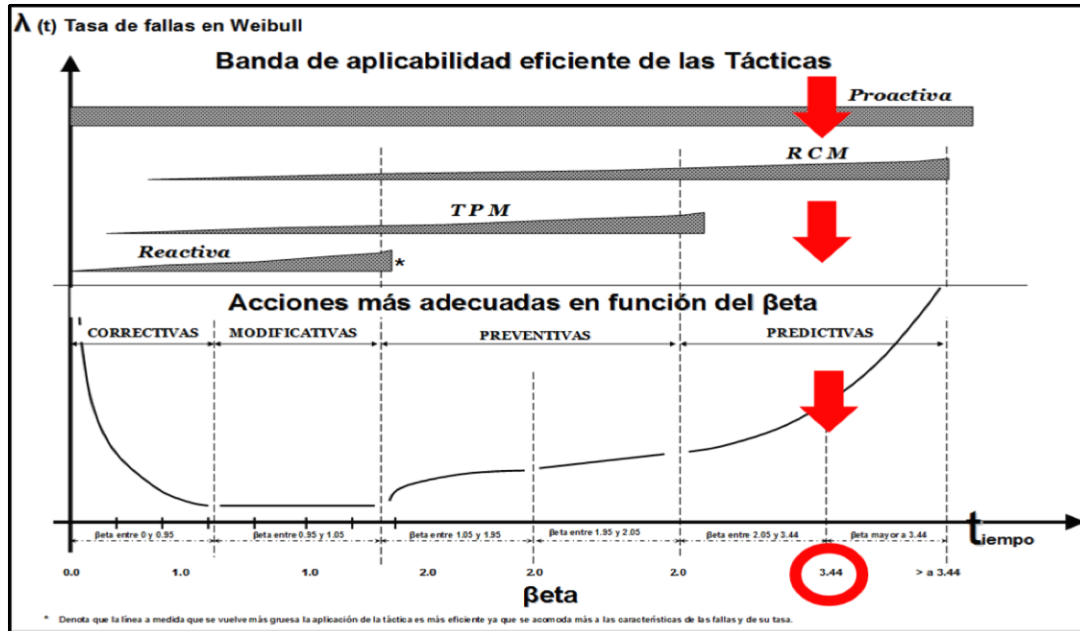
Acciones a tener en cuenta: las dos variables que más incidencia motriz tienen sobre la 1, son la 11, 3 y la 4, que son la 11 y 4 respectivamente Registrar los datos de mantenimiento en el Programa Informático en tiempo real lo cual es obvio para tener datos en tiempo real y actualizado. Trimestre 3 de 2017.

4.3.1.2.7 Adquisición de herramientas e instrumentos avanzados para mejores análisis predictivos - Variable 16 -Trimestre 4 de 2017

Es obvio que una vez esté todo funcionando en los cuatro niveles de mantenimiento, que se cubren a cabalidad en toda la extensión de los resultados del proyecto: Nivel I Instrumental, Nivel II Operativo, Nivel III Táctico y Nivel IV Estratégico; se debe contar con este ítem completo. Revisar en Trimestre 4 de 2017.

Acciones a tener en cuenta: las variable que más incidencia motriz tienen sobre la 16 es la 4 que trata de una excelente motivación en RRHH, esto es lógico para que haya buena gestión y disposición en la adquisición de herramental e instrumentos de medición avanzados predictivos, y tratar de canjear lo preventivo y correctivo por predictivo, para lograr que se alcancen niveles de β (factor de forma de fallas del equipo (Weibull)) superiores a 3,.44 que garanticen que la implementación del RCM sea beneficiosa, factible y efectiva. Acá se cierra con esta condición (no negociable del RCM) las variables duales, espejo o reflejo.

Ilustración 78 - Condición mínima de RCM un Beta superior a 3.44



Es indudable la condición de alcanzar un β superior a 3.44 para que el RCM pueda funcionar correctamente, acompañado de un alto predictivo, que recomienda la variable 16.

4.3.1.3 Variables Del Futuro o de Salida:

Son las variables de control que garantizan el grado de éxito que se logra en todo el proceso del proyecto, en el caso particular las variables de salida están aunadas al Inventario, tal cual es el propósito inicial y supremo del proyecto, por donde él se origina y nace, tener inventarios sin agotados, sin excesos y con cálculos de cantidad y frecuencias con base en la metodología *MTS MTO MTF*.

En el caso que se evalúa son en su orden lógico: 07 y 06

4.3.1.3.1 Cantidades que se piden de repuestos se basan en el EOQ Tamaño Lote Óptimo - Variable 07 -Trimestre 1 de 2018

La implementación urgente e inmediata de Inventarios basados en la Metodología *MTS MTO MTF*, garantiza el cumplimiento de este objetivo. Garantiza que los Push usen el método de Asignación, los Pull el EOQ y los Froizen el Balance de Masas, de manera diferenciada los tres tipos de ítems.

Acciones a realizar: de manera prioritaria implementar la metodología Inventarios Push, Pull Frozen, por eso se recomendó iniciar el Proyecto por Inventaritos.

4.3.1.3.2 Sistemas de Inventarios en la compañía portuaria analizada

4.3.1.3.3 Garantizar que no existan agotados ni excesos - Variable 06 -Trimestre 2 de 2018

Esta es la variable más sublime del proyecto y fue la que compañía portuaria analizada en primera instancia desea en el espíritu del proyecto. De una manera técnica, científica, aplicada, masiva, con participación aleatoria de Funcionarios de muchas dependencias, de varias ciudades y de diferentes niveles de la organización, esta da como variable 6 de salida única y la más relevante, consolida la validez del procedimiento utilizado.

Acciones a realizar: medir constantemente desde ya, los agotados y excesos de inventarios, lo que refleja la efectividad del Proyecto, el Plan Estratégico entra en su fin el 30 de junio del año 2018 y allí se debe volver a revisar las nuevas variables del momento.

4.3.1.3.3.1 Realización Entrenamiento Inventarios

Se llevó a cabo en este año el entrenamiento a las Personas del Grupo Primario Inventarios conformado por funcionarios del área de Compras, El área de almacén (inventario) y el área de Mantenimiento.

Ilustración 79 - Personas - Cargos - Ciudad - Inventarios

	Cargos	Instalación Portuaria
1	Líder de Compras	Cartagena
2	Profesional de Compras 1	Cartagena
3	Profesional de Compras 2	Cartagena
4	Profesional de Almacén	Cartagena
5	Auxiliar de Almacén	Buenaventura
6	Auxiliar de Almacén 1	Cartagena
7	Auxiliar de Almacén 2	Cartagena
8	Profesional de Mantenimiento	Cartagena
9	Director de Mantenimiento	Cartagena

Se tocaron todos los temas pertinentes, tales como: Jerarquización por criterios ACF, Movilidad, Rotación, Variabilidad, Nivel, Correlación, Etcétera, se trabajaron los cálculos y fundamentos de diferenciación Push, Pull y Frozen, los métodos de cuánto y cuándo pedir en cada caso, se trabajó sobre los control P o T, T, TRM de los Pull, distribuciones, se tocaron diversos puntos, se inició el proceso de Jerarquización, el cual se complementa en las sesiones 01 y 02 de abril de 2015, junto con pronósticos, dando cumplimiento completo de esta forma a los objetivos 1.1, 3.1 y 3.2 del proyecto.

4.3.1.4 Variables Inertes o Independientes

Es importante recordar que las variables independientes, no se deben tocar para nada ya que en este proceso no impactarán el sistema, siendo ellas: 08, 14 y 15.

Ilustración 80 - Variables Inertes o Independientes

	INDEPENDIENTES O INERTES	
8	Empresa Portuaria practica una metodología y controles de Inventarios Push MTS Pull MTO Frozen	Nunca
14	Operación informa cuando realiza trabajos de mantenimiento en las máquinas, regitar datos.	Nunca
15	Políticas de la empresa para reemplazar o sustiruir equipos por antigüedad o edad	Nunca

El tópico inventarios es la calve de éxito del Proyecto, sin aparecer en el desarrollo, se constata y se corrobora que la idea original del proyecto, tema Inventarios solicitado como prioritario por los Directivos de la empresa Portuaria, se ratifica co0mo las dos variables de futuro o salida, es decir el proyecto debe cumplir con las condiciones de los Inventarios: Mínimo capital de trabajo, máximo Nivel de servicio, cero agotados, cero excesos, cero obsoletos, cero retardos y demás condiciones para lograr el fin último de inventarios, que a su vez se entonó como el fin último del proyecto tripartito: satisfacer de forma oportuna las demandas futura de los procesos que así lo requieran (que fundamentan la existencia del stock), desde su aplicación dentro del Plan de Mejoras, luego con los Pronósticos de Demanda y por último con el Plan de Compras; establecidos de manera consensuada para aplicar en el corto y mediano plazo, se tenga la calidad requerida para lograr todos los fines intermedios y el último del sistema de inventarios, bajo la Metodología *MTS MTO MTF*(Mora, 2013).

Ilustración 81 - Pasos completos del proyecto Objetivo Inventarios

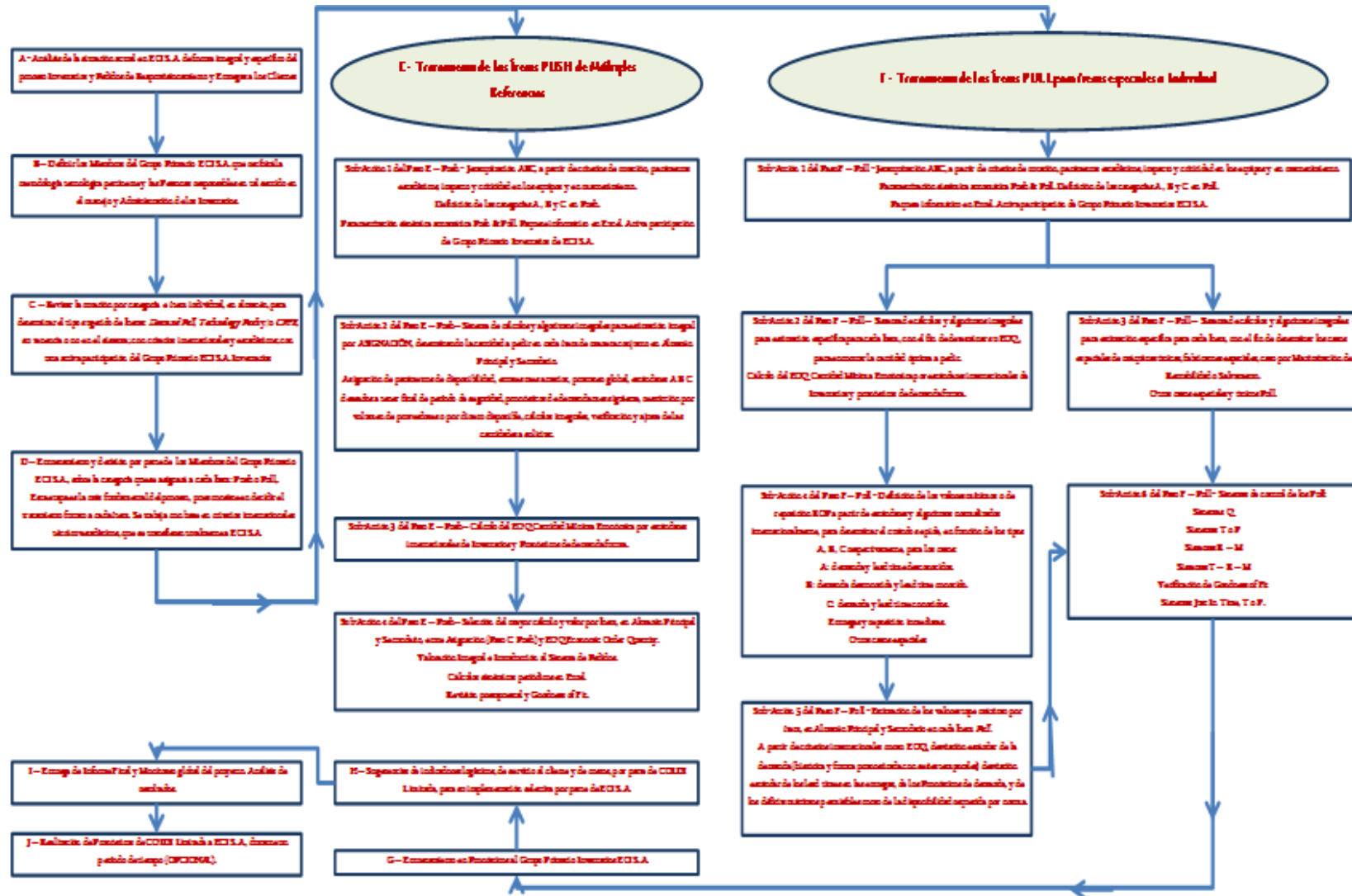
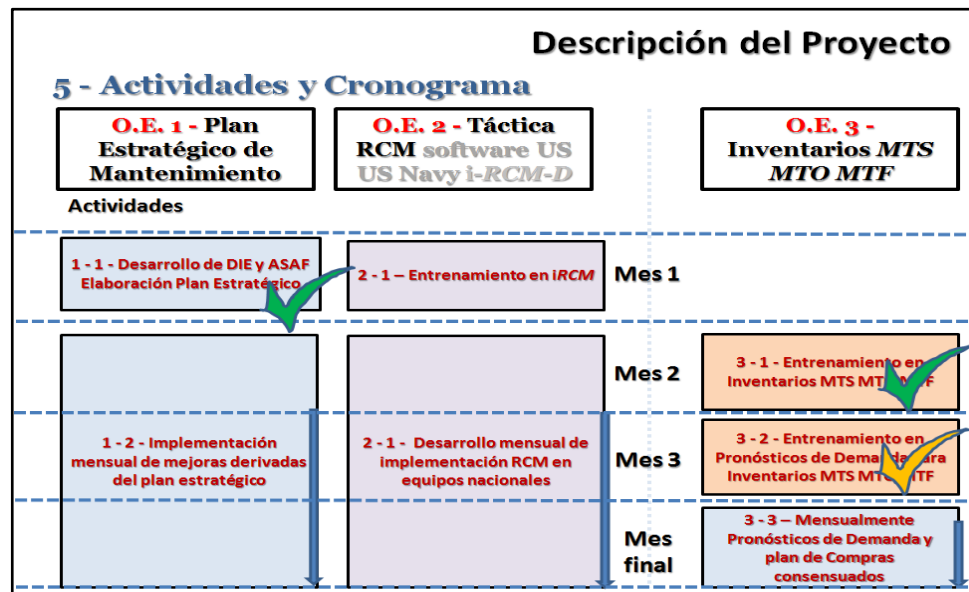
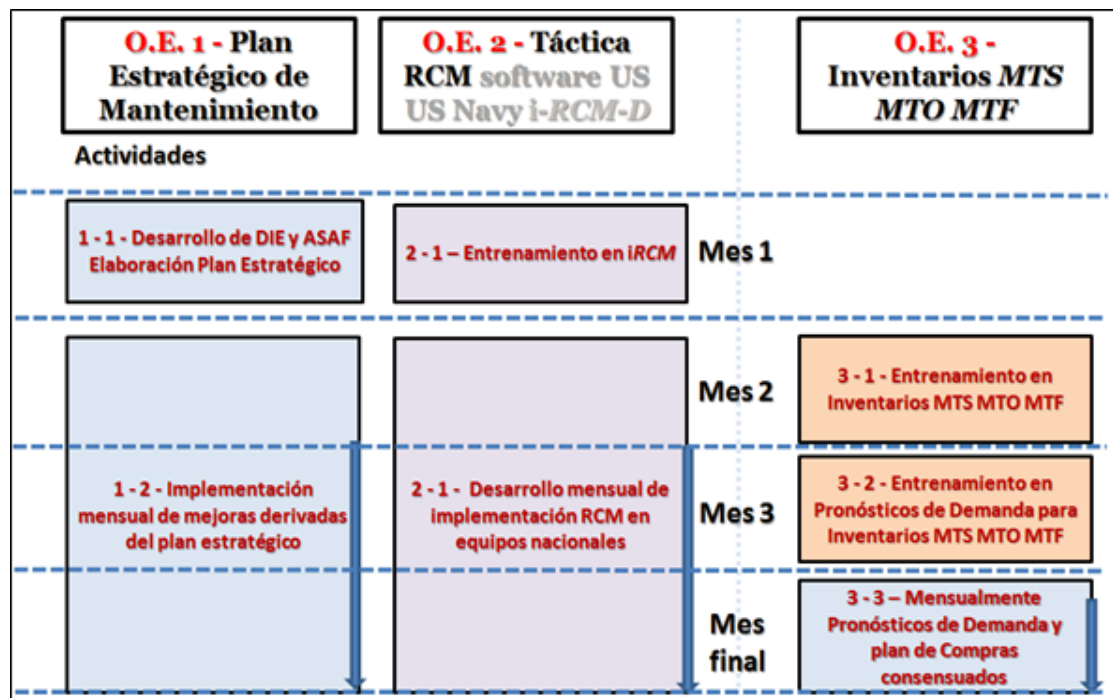


Ilustración 82 - Avance del proyecto a la fecha



A la fecha se han logrado todos los propósitos mensuales iniciales del proyecto. Lo que garantiza su éxito en el proceso de mediano y largo plazo, en especial ya los entrenamientos se han dado.

Ilustración 83 - Cronograma cumplido entrenamientos



4.4 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 4

Se tiene de manera clara, lógica y secuencial todas las actividades de Variables Claves de Mantenimiento a ejecutar en el tiempo para ello establecido, por los métodos prospectivos utilizados.

La secuencia lógica y los recursos utilizados garantizan el éxito total en el logro mediante las variables del futuro.

Ilustración 84 - Variables Claves de Éxito a realizar en Mantenimiento

#	Variable
FORTALEZAS A TRABAJAR	
3	Políticas de motivación, capacitación, crecimiento personal en todos los trabajadores
11	Registro en tiempo real de todos los trabajos de mantenimiento: tiempos, recursos, repuestos, etc.
12	Análisis permanente de fallas mediante un Grupo Caza Fallas institucional de Compas
4	Registro informático de datos y costos de todos los trabajos de mantenimiento, en tiempo real
AUMENTO O PROPAGACIÓN DE OPORTUNIDADES	
9	Índices técnicos de ratios entre los trabajos predictivos preventivos sobre los correctivos
2	Acciones de mejora derivados de los costos de los mantenimientos
10	Informe global y específico de valores confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de equipos
1	Análisis técnico, estadístico y de costos de todos los trabajos de mantenimiento
5	Planeación estratégica y programación técnica precisa de los trabajos de mantenimiento
13	Costos de los diferentes tipos de mantenimiento: correctivos, preventivos, predictivos en tiempo real
16	Uso de instrumentos y herramientas avanzadas para análisis predictivos de equipos
DEBILIDADES	
7	Cantidades que se piden de repuestos se basan en el EOQ Tamaño Lote Óptimo
6	Sistemas de inventarios en COMPAS garantizan que no haya agotados ni excesos
FALSOS PROBLEMAS	
8	COMPAS practica una metodología y controles de Inventarios Push MTS Pull MTO Frozen MTF
14	Operación informa cuando realiza trabajos de mantenimiento en las máquinas, regitar datos.
15	Políticas de la empresa para reemplazar o sustituir equipos por antigüedad o edad

Las motrices son netamente condiciones previas públicas mundialmente conocidas requeridas para implementar un RCM: RRHH satisfechos, información

en tiempo real y conocimiento pleno de las fallas de los equipos donde se implementa.

Las variables Espejos muestran la realidad de la empresa y del medio colombiano y donde se bosquejan como principales VCM: Índices, Costos, CMD, Estadística Analítica y Planeación estratégica futurística avanzada (que es la esencia del proyecto en sí).

Por último las variables de salida o del futuro, como se enuncia anteriormente ratifica el deseo inicial de la empresa, es decir mediante todos los procesos realizados, se ratifica la importancia de los inventarios de repuestos para la empresa y para el mantenimiento en sí mismo.

Las variables de ninguna relevancia se muestran en su momento como las números 08, 14 y 15, definidas como falsas alarmas.

5 CONCLUSIONES

5.1 OBJETIVO 5

Esbozar los principales resultados obtenidos

5.2 DESARROLLO

El proyecto presenta una secuencia lógica de acciones valorada como contundente e impactante, permite establecer una seguridad en las realizaciones a llevar a cabo, dejando por sentado las condiciones de los métodos prospectivos.

Las metodologías prospectivas son consideradas herramientas de vigilancia y protección que garantizan el alcance de los estados deseados en cualquier área, ciencia o empresa.

Ilustración 85 - Pasos de la planeación estratégica tecnológica

Función	Descripción	Herramienta
Inventariar	Conocer tecnologías propias, de otras empresas y usadas por la competencia	Matriz Tecnología / Productos o Servicios
Evaluar	Definir la competitividad y el potencial tecnológico futuro de la empresa	Matriz atractivo / posición tecnológica Árbol tecnológico dual
Optimizar	Emplear eficazmente los recursos disponibles e importados	Racimos o Árboles tecnológicos
Enriquecer	Aumentar el patrimonio tecnológico de la empresa	Matriz de accesos a la tecnología
Vigilar	Vigilar a nivel mundial el progreso de otras y nuevas tecnologías	Función de alerta tecnológica
Proteger	Desarrollar políticas de patentes y de registro de propiedad industrial e intelectual	Patentar y registrar

La prospectiva como insumo básico para la planeación estratégica apoya el logro de:

- Construir entornos (escenarios) o imágenes que consideren la visión del futuro, una percepción dinámica de la realidad y la configuración de alternativas viables.
- Aportar elementos estratégicos a los procesos de planeación y toma de decisiones.
- Impulsar la planeación abierta y creativa fundamentada en una visión compartida de futuro.
- Proporcionar el impulso requerido, para transformar la potencialidad en capacidad.

- Aportar una guía conceptual conductora del estudio de aquellos aspectos relevantes de la realidad, que permita enfrentar con eficacia y eficiencia la complejidad del contexto actual (Miklos y otra, 1997,63).

Las etapas de protección y vigilancia son netamente fases estratégicas de orden futurista, donde los procesos que se llevan a cabo pretenden determinar los desarrollos tecnológicos y comerciales que aparecen en el porvenir, con el fin de preparar estratégicamente a la empresa desde el presente.

Se puede concluir, de este numeral que las herramientas de predicción son netamente metodologías de planeación estratégica clásica y moderna de orden tecnológico.

5.2.1 Estado futuro

Definitivamente dado que mantenimiento es un área de servicio debe con toda razón y fuerza adelantarse a las necesidades de sus clientes, son las herramientas futurísticas una respuesta sólida, contundente y certera a este requerimiento, dado como es el caso de este proyecto, son de se entregan las VCM con tiempos, recursos, secuencias y limitaciones de utilización en el umbral del tiempo futuro.

Ilustración 86 - Alcance del futuro mediante procesos de cambio en el tiempo y el espacio

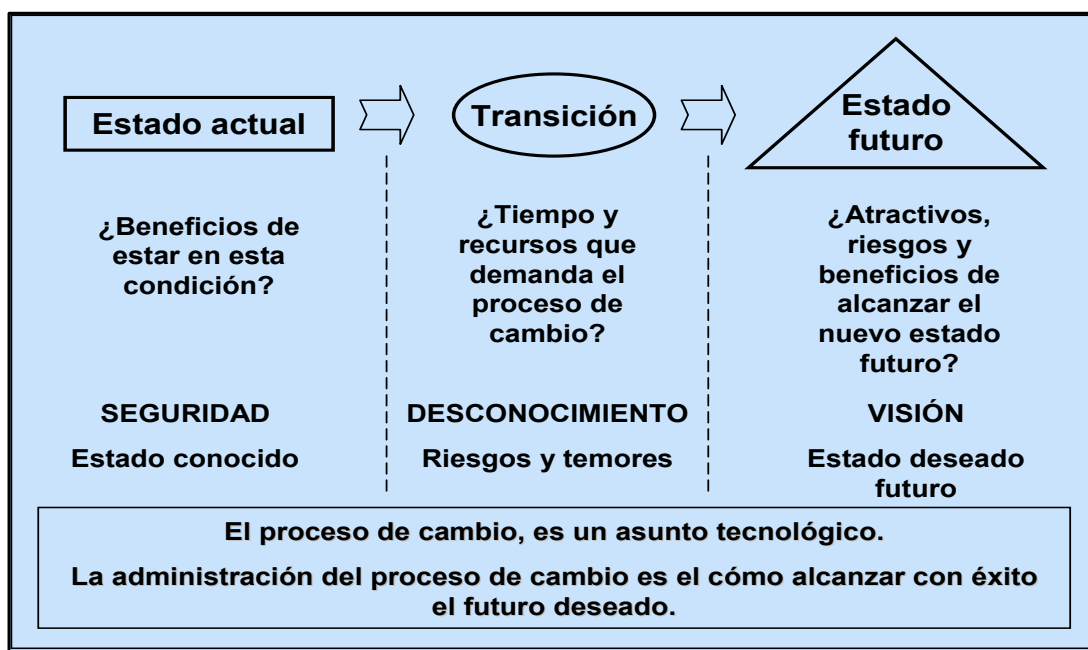
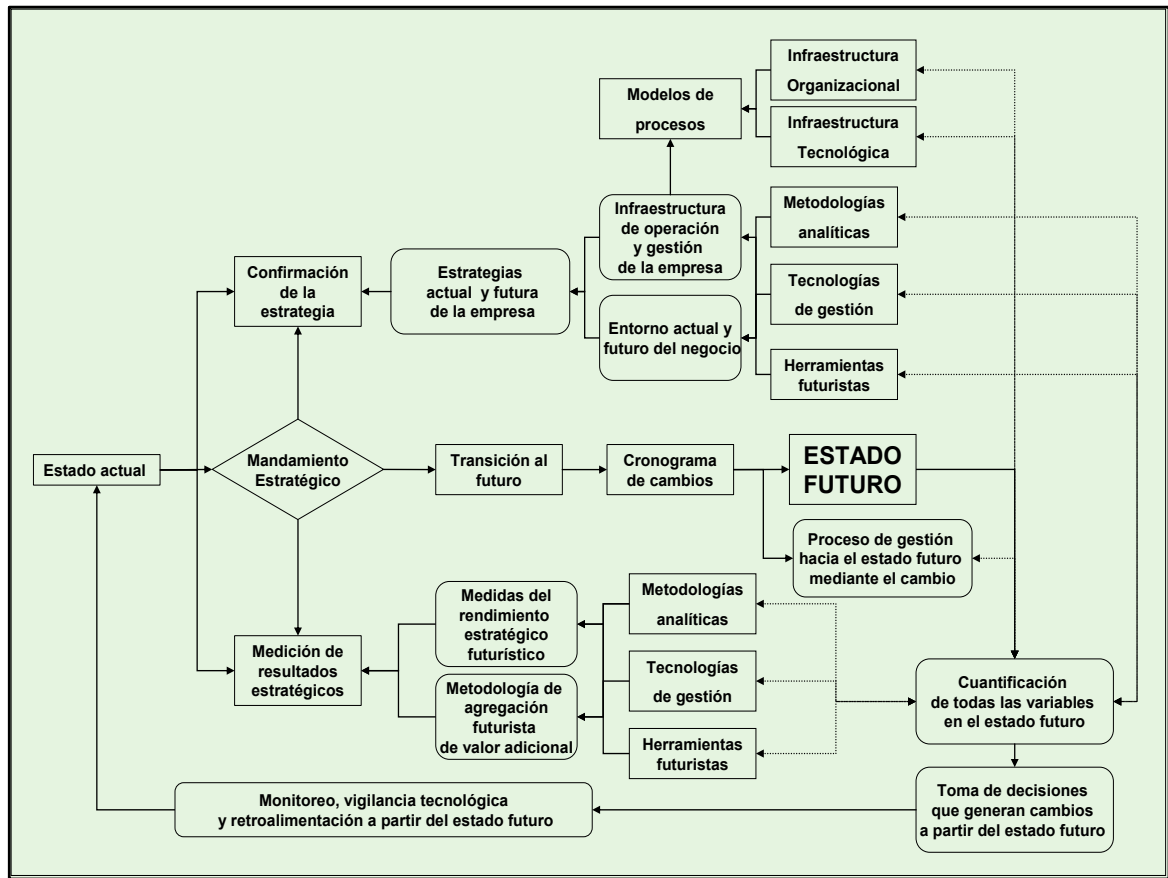


Ilustración 87 - Elementos y pasos en la planeación estratégica tecnológica a partir del futuro



Por último se garantizan los resultados obtenidos, dado que los métodos futurísticos cumplen a cabalidad las siguientes condiciones futuras.

Ilustración 88 - Aspectos básicos que debe cumplir un método futurístico o su conjunto integral

<i>Criterios de éxito estratégico en los métodos futurísticos o en el proceso integral de futurología</i>	
	Pertinencia
	Coherencia intelectual
	Importancia
	Verosimilitud
	Transparencia
	Contenido científico
	Continuidad
	Repetibilidad
	Consenso
	Representatividad

Las VCM más relevantes son en su orden: RRHH, Información, Análisis de fallas, Inventarios, Planeación, Costos, CMD, Estadística, que en resumen son las condiciones previas requeridas del RCM y para cerrar con broche de oro, el sistema como tal generó en su planeación estratégica los Inventarios como epicentro de salida del Proyecto, lo que corrobora los tres ejes centrales del trabajo en realización.

6 BIBLIOGRAFIA

- ACIEM** Estudio Estado del Arte Mantenimiento en Colombia en el 2008 [Informe] / Asociación Colombiana de Ingenieros. - Bogotá : [s.n.], 2009. - Comisión Nacional de Mantenimiento & Mecánica.
- ACIEM**, Estudio Estado del Arte Mantenimiento en Colombia en el 2008 [Informe] / Asociación Colombiana de Ingenieros. - Bogotá : [s.n.], 2009. - Comisión Nacional de Mantenimiento & Mecánica.
- Ballou Ronald H.** Business Logistics - Ssupply Chain Management [Libro] = Negocios & Logística. - [s.l.] : Prentice Hall, 2003. - Quinta. - Fecha agosto 21 de 2003. - ISBN 978-0130661845.
- Ballou Ronald H.** Logística - Administración de la cadena de Suministro [Libro] = Logística / trad. Díaz Carlos Mendoza Barraza & María Jesús Herrero. - Ciudad de México : Pearson Educación, 2004. - Quinta : pág. 816. - Link ubicación <http://www.pearsoneducacion.net/mexico/catalogo/mx-9789702605409>. - ISBN 978 - 970 - 26 - 0540 - 9.
- Barringer@ H. Paul.** Availability, Reliability, Maintainability, and Capability [En línea] = Life Cycle Cost Issues // Availability, Reliability, Maintainability, and Capability / ed. H. Paul Barringer P.E. / prod. Barringer & Associates Inc.- Humble - Texas - USA. - 2005. - 11 de Noviembre de 2008. - <http://www.barringer1.com/lcc.htm>.
- Blanchard Benjamín S, Verma Dinesh y Peterson Elmer** Series Nuevas dimensiones en Ingeniería - Maintainability: a key to effective serviceability and maintenance management [Libro] = Maintainability. - [s.l.] : Edit. Wiley Interscience - Wiley, John & Sons, Incorporated, 1994. - pág. 560. - ISBN: 0486438678.
- Blanchard Benjamín S.** Ingeniería Logística – Traducido de Logistics Engineering and Maintenance – ISDEFE [Libro] = Ingeniería Logística. - Madrid : ISDEFE© - Monografías.com, 1995. - pág. 153. - ISBN: 84-89338-06X.
- Company Ramón - Pascual** Previsión tecnológica de la demanda [Libro] = Pronósticos de demanda. - Barcelona : Colección PRODUCTICA - Boixerau Marcombo S.A. Editores, 1990. - pág. 150.
- COMPAS 2015** Empresa COMPAS - COMPAÑIA DE PUERTOS ASOCIADOS S.A. [Informe] = Organización Portuaria / Bolívar. - Cartagena - Colombia : COMPAS, 2015.
- CPFR@** Wikipedia [En línea] = CPFR - Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment // CPFR - Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment. - 2008. - Libre. - 21 de Octubre de 2008. - <http://en.wikipedia.org/wiki/CPFR>.
- Darnell H y Smith M.** Management aspects of Terotechnology – Conference de la British Steel Corporation [Conferencia] = Management aspects of Terotechnology / ed. Corporation British Steel. - London - England : [s.n.], 1975. - Vol. Número 185.
- De Miguel Fernández Enrique – – Servicio de Publicaciones d** ntroducción a la Gestión “Management” - Volumen I y II Departamento de Organización de Empresas, Economía Financiera y Contabilidad – E.T.S.I. Industriales [Libro] / ed. Valencia Universidad Politécnica de. - Valencia : Servicio de Publicaciones de la UPV, 1990. - Vol. I y II : 2 : pág. 897. - Volumen I y II Departamento de Organización de Empresas, Economía Financiera y Contabilidad – E.T.S.I. Industriales. - ISBN: 84-7721-127-2.
- Delgado Daniel Guillermo - Caicedo** ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE IMPACTOS CRUZADOS MIC MAC. - Medellín : [s.n.], 2014. - TRABAJO DE TESIS PARA OTORGAR EL TÍTULO DE MAGISTER EN INGENIERÍA .
- Delgado DGuillermo Daniel** ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE IMPACTOS CRUZADOS MIC MAC. - Medellín : [s.n.], 2014. - TRABAJO DE TESIS PARA OTORGAR EL TÍTULO DE MAGISTER EN INGENIERÍA .
- Díaz Matalobos - Ángel** Confiabilidad en mantenimiento [Libro] = Confiabilidad en mantenimiento. - Caracas : Ediciones IESA, C.A., 1992. - pág. 110. - ISBN: 980-271-068-2.
- Dounce Enrique - Villanueva** La Productividad en el Mantenimiento Industrial [Libro]. - Cd. de México : Compañía Editorial Continental, SA de CV., 1998. - Segunda : pág. 350. - ISBN 968-26-1089-3.
- Duffuaa S.O y Ben-Daya S** Maintenance and quality: the mission link – Journal of Quality in Maintenance Engineering [Libro]. - West Yorkshire : [s.n.], 1995. - Vol. Volumen 1 : Número 1 : págs. 17 -18. - ISSN: 1355-2511.
- DUFFUAA SALIH O** SISTEMAS DE MANTENIMIENTO PLANEACIÓN Y CONTROL [Libro]. - [s.l.] : LIMUSA WILEY, 2000. - Primera EDICIÓN : págs. 29, 30. - ISBN 968-18-5918-9.

DUFFUAA SALIH O SISTEMAS DE MANTENIMIENTO PLANEACIÓN Y CONTROL [Libro]. - [s.l.] : LIMUSA WILEY, 2000. - Primera EDICIÓN : págs. 29, 30. - ISBN 968-18-5918-9.

Economies Countries Rank The global competitiveness report 2014 2015 = World Economic Forum. - 30 de 05 de 2015. - Link Web <http://www.weforum.org/reports/global-competitiveness-report-2014-2015>.

EITiempo@ Lo bueno y lo malo de Colombia para competir en el mundo [Artículo]. - 1 de MAYO de 2015. - págs. <http://www.eltiempo.com/economia/indicadores/colombia-en-el-ranking-de-competitividad-del-foro-economico-mundial/14475537>. - Escalafón de competitividad del Foro Económico Mundial.

ESReDa ESReDa Handook on Maintenance management [Libro] = Handook on Maintenance management / ed. ESReDa - European Safety Reliability & Data. - Hevik - Norway : DET NORSKE VERITAS - ESReDa, 2001. - Primera de 2001 : Vol. Uno : Statistical Series No. 5 : pág. 255. - Idioma Español. - ISBN: 82-515-02705.

Evans D. W Terotechnology - How can it work [Libro]. - 1975.

Forcadas Jorge - Feliu Estadística aplicada a los Sistemas & Confiabilidad en los Sistemas [Publicación periódica] = Estadística en los sistemas de confiabilidad. - Medellín : Revista SAI - Revista SAI Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos - En: Revista SAI. No.4 Vol.1 - Medellín - Colombia - 1983, 1983. - 4 : Vol. 1. - pág. 41.

Ford Motor Company Reliability methods: designs verification and and production validation. Module IX = Reliability methods // North American Automotive Operations / ed. Ford. - Dearborn : Ford Motor Company, 1972. - Citado por Stamatis.

GESTIOPOLIS.@ www.gestiopolis.com [En línea] = Planeación estratégica, plan anual y presupuestos como funciones del ciclo administrativo y su comportamiento en Cuba. - 12 de 05 de 2015. - 06 de 05 de 2015. - <http://www.gestiopolis.com/planificacion-estrategica-presupuestos-ciclo-directivo-funcion-cuba/>.

Godet Michael De la anticipación a la acción - Manual de prospectiva y estrategia [Libro] / ed. S.A. Marcombo. - Barcelona : Marcombo Editores, 1993. - Primera : pág. 378. - ISBN 8426709249 EAN 9788426709240.

Husband M - Maintenance Management and Terotechnology [Libro]. - [s.l.] : Ashgate Publishing, Limited -, 1976. - ISBN: 0566001462.

HYSTER@ www.hyster.com [En línea].

Ishikawa Kaoru Guía de control de Calidad /Upb138 [Libro] = Guía de control de Calidad. - [s.l.] : Editorial Quality Resources, 1985. - ISBN 089059046X.

Kelly Anthony y Harris M. J. Gestión del Mantenimiento Industrial [Libro] = Gestión del Mantenimiento Industrial / ed. Gráficas Mar-Car S.A.. - Madrid : Fundación REPSOL Publicaciones e Impreso en Gráficas del Mar - Traducido por Gerardo Álvarez Cuervo y equipo de trabajo, 1998. - pág. 218. - ISBN: 84-923506-0-1 - T.

Knezevic Jezdimir Mantenibilidad [Libro] = Mantenibilidad. - Madrid : Editorial ISDEFE, 1996. - ISBN: 84-89338-08-6.

Levin Richard Estadística para Administradores [Libro] = Estadística para Administradores . - Cd. de México : Prentice Hall , 1996. - pág. 1171. - Trata bien el teorema del límite central. - ISBN: 978-9688806753.

Lewis Elmer E. Introduction to Reliability Engineering [Libro]. - [s.l.] : Editorial John Wiley & Sons, Inc, 1995. - Segunda : pág. 435. - ISBN: 0471018333.

LIEBHERR@ <http://www.liebherr.com> [En línea]. - 2015. - http://www.liebherr.com/MCP/en-GB/products_mcp.wfw/id-15206-0/layout-PopupTabWide/item-ImageGalleryImage10381_1587_937/measure-metric.

MEJÍA EDGAR D- MENESES APROXIMACIÓN A PLAN ESTRATÉGICO DE MANTENIMIENTO EN SECTOR ELÉCTRICO A CINCO AÑOS VISTA.. - 2014. - TRABAJO DE TESIS PARA OTORGAR EL TÍTULO DE MAGISTER EN INGENIERÍA MODALIDAD PROFUNDIZACIÓN EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

Mejía Edgar Darío - Meneses APROXIMACIÓN A PLAN ESTRATÉGICO DE MANTENIMIENTO EN SECTOR ELÉCTRICO A CINCO AÑOS VISTA.. - 2014. - TRABAJO DE TESIS PARA OTORGAR EL TÍTULO DE MAGISTER EN INGENIERÍA MODALIDAD PROFUNDIZACIÓN EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

Modarres Mohammed What Every Engineer Should Know About Reliability and Risk Analysis [Libro] = What Every Engineer Should Know About Reliability and Risk Analysis. - New York City : Editorial Marcel Dekker, 1993. - pág. 351. - ISBN: 082478958X.

Montoya D Mejia Servicios Portuarios Caracterización ocupacional. - [s.l.] : SENA, Noviembre de 2006. - ISBN: 978-958-15-0147-2.

Mora Alberto - Gutiérrez ¿...Será factible medir la gestión gerencial del mantenimiento...? – Universidad EAFIT – Revista Universidad EAFIT Escuela de Administración y Finanzas y Tecnologías [Libro] = ¿...Será factible medir la gestión gerencial del mantenimiento...? / ed. EAFIT. - Medellín : Universidad EAFIT, 1990c. - Número 0079 : págs. 45 - 65. - ISSN: 0120-341X.

Mora Alberto - Gutiérrez ¿Cómo dimensionar el futuro de una empresa de servicios de mantenimiento? – ACIEM – Revista ACIEM Asociación Colombiana de Ingenieros Electricistas, Mecánicos, Electrónicos y Afines [Libro]. - Bogotá : [s.n.], 1998a. - Vol. Número 09 : págs. 40 - 43.

Mora Alberto - Gutiérrez Experiencias Empresas: ECOPETROL, MASA, HACEB, Eduardoño, CNEL Ecuador, Laumayer, Colombia, Restrepo y Cía Colombia, Equipos y Controles Industriales Colombia, Industria Colchones SPRING Colombia, CICE Ecuador, Solla Colombia, Transelca Colombia, OXY, = Inventarios Casos reales // Inventarios reales. - Medellín - Empresa : [s.n.], 5 de 10 de 2014. - Otras empresas experiencia de Inventarios: Nestlé, Parmalat, PepsiCola, Empresa Energía de Bogotá, Cooperativa de Hospitales de Antioquia, Equipos y Controles Industriales ECI; Seminarios y Simulaciones ECOPETROL, Transelca, Pacific Rubiales, EPM, etc..

Mora Alberto - Gutiérrez INVENTARIOS CERO - MTS MTO MTF [Conferencia] = Inventarios - ¡estrategias claves para eliminar correctivos de manera efectiva! // Congreso XII Internacional Ingeniería de Mantenimiento IPEMAN. - Lima - Perú : IPEMAN, 2013. - Lima - Perú - Octubre 17 al 19 -.

Mora Alberto - Gutiérrez Mantenimiento - Planeación, Ejecución y Control [Libro] = Mantenimiento. - Bogotá : AlfaOmega editores Internacional, 2011. - pág. 678. - Sexta Edición. - ISBN 978-958-682-769-0.

Mora Alberto - Gutiérrez Mantenimiento - Planeación, Ejecución y Control [Libro] = Mantenimiento. - Bogotá : AlfaOmega editores Internacional, 2009. - pág. 3. - Citado por ESReDa ESReDa Handook on Maintenance management [Libro] = Handook on Maintenance management / ed. ESReDa - European Safety Reliability & Data. - Hevik. - ISBN 978-958-682-769-0.

Mora Alberto - Gutiérrez Mantenimiento - Planeación, Ejecución y Control [Libro] = Mantenimiento. - Bogotá : AlfaOmega editores Internacional, 2009. - pág. 3. - Citado por ESReDa ESReDa Handook on Maintenance management [Libro] = Handook on Maintenance management / ed. ESReDa - European Safety Reliability & Data. - Hevik. - ISBN 978-958-682-769-0.

Mora Alberto - Gutiérrez Mantenimiento - Planeación, Ejecución y Control [Libro] = Mantenimiento. - Bogotá : AlfaOmega editores Internacional, 2009. - págs. 3, 58. - Citado por ESReDa ESReDa Handook on Maintenance management [Libro] = Handook on Maintenance management / ed. ESReDa - European Safety Reliability & Data. - Hevik. - ISBN 978-958-682-769-0.

Mora Alberto - Gutiérrez Mantenimiento Estratégico Empresarial [Libro] = Mantenimiento Estratégico Empresarial. - Medellín : Fondo Editorial FONEFIT, 2007b. - Primera : pág. 345. - ISBN 978-958-8281-46-9.

Mora Alberto - Gutiérrez Mantenimiento Estratégico para empresas industriales o de servicios [Libro] = Mantenimiento Estratégico para empresas industriales o de servicios. - Medellín : AMG, 2007. - Segunda : pág. 19. - ISBN 978-33-8218-3.

Mora Alberto - Gutiérrez Mantenimiento Estratégico para empresas industriales o de servicios [Libro] = Mantenimiento Estratégico. - Envigado : AMG, 2007a. - Segunda : pág. 306. - ISBN 978-958-3382185.

Mora Alberto - Gutiérrez Mantenimiento Industrial Efectivo [Libro]. - Medellín : Coldi, 2012. - 2.

Mora Alberto - Gutiérrez Pronósticos de demanda e Inventarios - Métodos Futurísticos [Publicación periódica] = Pronósticos / ed. Ediciones Ultragráficas. - Medellín : AMG, Diciembre de 2007c. - ISBN: 978-958-44-0233-2.

Mora Alberto - Gutiérrez Pronósticos de Demanda e Inventarios - Métodos Futurísticos [Libro] = Métodos Furísticos - Pronósticos / ed. Gutiérrez Alberto Mora. - Medellín : AMG, 2012. - Tercera : Vol. Uno : pág. 306. - ISBN 978-958-44-0233-2.

Mora Alberto - Gutiérrez Selección y jerarquización de las variables importantes para la gestión de mantenimiento en empresas usuarias o generadoras de tecnologías avanzadas [Informe] = Mantenimiento industrial en empresas de tecnologías avanzadas : Tesis de doctorado - Ph.D. en Ingeniería Industrial Cum Laude / Organización de Empresas ; Universidad Politécnica de Valencia. - Valencia : [s.n.], 1999.

Mora Alberto - Gutiérrez Tópicos de Ingeniería de Fábricas [Entrevista] = Elementos de Ingeniería de Fábricas / recopil. meneses Edgar Mejía. - Medellín - Universidad EAFIT : [s.n.], 14 de 09 de 2013. - Email Luis Alberto Mora cimpro@usa.com lmora@eafit.edu.co .

MOUBRAY JOHN - IV Mantenimiento Centrado en Confiabilidad [Libro]. - Buenos Aires, Argentina - Madrid, España : Aladon Ltda, 2004. - En Español : pág. 7. - isbn. 09539603-2-3.

MOUNBRAY JOHN - IV Mantenimiento Centrado en Confiabilidad [Libro]. - Buenos Aires, Argentina - Madrid, España : Aladon Ltda, 2004. - En Español : pág. 7. - isbn. 09539603-2-3.

Nachlas Joel Fiabilidad [Libro] = Fiabilidad. - Madrid : ISDEFE, 1995. - ISBN: 84-89338-07-8.

Nakajima Seiichi [y otros] Introducción al TPM Programa Para El Desarrollo [Libro] = Introducción al TPM Programa Para El Desarrollo / trad. Alvarez Traducido por Antonio Cuesta. - Madrid : Editorial Fundación REPSOL Publicaciones e Impreso en Gráficas del Mar, 1991. - ISBN: 84-87022-81-2.

Nakajima5S@ Total Productive Maintenance [En línea]. - Alexander Witt - Dietrich Kuss - Florenz Lammert - Michael J. Garbade - Alexander Reinbold - Gruppe Nakajima III, 2005. - http://iswww.bwl.uni-mannheim.de/Lehre/veranstaltungen/pm/Uebung/Nakajima_III_TPM.

Navarro Luis - Elola, Pastor Ana Clara - Tejedor y Mugaburu Jaime Miguel - Lacabrera Gestión integral de mantenimiento [Libro] / ed. Editores Marcombo Boixareu. - Barcelona : Marcombo Boixareu Editores, 1997. - pág. 112. - ISBN 84-267-1121-9.

Newbrough E.T. y Ramond Ramond - Personal de Administración del Mantenimiento Industrial [Libro]. - Mexico Df : Diana, 1982. - Sexta : pág. 414. - Título en inglés Effective Maintenance Management. - ISBN 968-13-0666-x.

OIT-CIUO88 CIUO - Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones [Libro]. - Ginebra : [s.n.], 1988.

OREDA Offshore Reliability Data Handbook [En línea]. - 1997. - http://www.dnv.com/publications/oilgas_news/articles/newoffshorereliabilitydatahandbookoreda.asp - 3rd. Det Norske Veritas – Sintef Industrial Management.

portstrategy@ <http://www.portstrategy.com> [En línea]. - 2015. - http://www.portstrategy.com/news101/products-and-services/gottwald_adds_wide_span_gantry_cranes.

PUERTODEBARRANQUILLA@ . - 2015.

RAE@ <http://lema.rae.es> [En línea] = Definición de Sistema // <http://lema.rae.es>. - 2014. - 17 de 5 de 2015. - <http://lema.rae.es/drae/?val=sistema>. - Edición 23a.

REPOSITORY.UROSARIO@ 2013 <http://repository.urosario.edu.co/> [En línea] = INFRAESTRUCTURA DE PUERTOS MARÍTIMOS COMO DETERMINANTE PARA EL INCREMENTO DE LA COMPETITIVIDAD EN COLOMBIA. - 28 de Abril de 2015. - <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/4513/1026278425-2013.pdf?sequence=1>. - Citado en www.alianzapacifico.net..

REVISTADELOGISTICA@ 2015 www.revistadelogistica.com [En línea] = Los puertos marítimos colombianos se la juegan por la infraestructura. - 28 de ABRIL de 2015. - http://www.revistadelogistica.com/Puertosmaritimoscolombianos_n1.asp.

Rey Sacristán Francisco Hacia la excelencia en Mantenimiento [Libro] = Hacia la excelencia en MANTENIMIENTO / ed. Tgp Hoshin S.L.. - Madrid : Tgp Hoshin, S.L., 1996. - pág. 411. - ISBN 84-87022-21-9.

Rey Sacristán Francisco TPM - Mantenimiento Total de la Producción [Libro] = TPM - Mantenimiento Total de la Producción / ed. Confemetal Fundación. - Madrid : Fundación Confemetal, 2003. - pág. 311. - 9788495428493.

SENNEBOGEN@ <http://www.sennebogen.com/> [En línea]. - 2015. - <http://www.sennebogen.com/en/products/hafenkrane/hafenraupenkran-6200/raupe-34.html>.

SIPTC@ 2015 SuperIntendencia de Puertos y Transporte Colombia [En línea] = Informe de movimiento Puertos. - 20 de 05 de 2015. - 20' de 05 de 2015. - <http://www.supertransporte.gov.co/>.

SOCIEDADPORTUARIADEPALERMO@ <http://www.palermosociedadportuaria.com> [En línea]. - 2015. - <http://www.palermosociedadportuaria.com/galeria.cfm>.

SPRC . - 2015.

Superintendencia de Puertos y Transporte Movimiento de carga en los puertos marítimos Colombianos [Informe]. - Bogotá : [s.n.], 2014. - Informe Consolidado Agosto 2014.

Tavares Lourival A Administracion Moderna de Mantenimiento [Libro]. - Rio de Janeiro : Nova Polo Publicacoes, 1999.

Tavares Lourival Augusto, Calixto Marco A. - Gonzaga y Poydo Paulo Roberto Manutenção Centrada no Negócio [Libro]. - Rio de Janeiro : Novo Polo Publicações, 2005. - pág. 160. - Ley número 5988 de diciembre de 1973 Decreto 1825 de diciembre de 1987.

TAYLOR@ <http://www.taylormachineworks.com> [En línea]. - 2015. - <http://www.taylormachineworks.com/THDC-TXC-TETCP%20series%20Table.htm>.

Thorsteinsson Uffe, Luxhoj James T. y Riis Jens O. Trends and Perspectives in industrial Maintenance Management [Publicación periódica] = Trends and Perspectives in industrial Maintenance Management // Journal of Manufacturing Systems. - Dearborn - Michigan - USA : Universidad de Michigan, 1997. - 6 : Vol. 16. - http://www.elsevier.com/wps/find/journaleditorialboard.cws_home/405902/editorialboard#editorialboard. - ISSN 0278-6125 .

UNE-EN-13306 Terminología del mantenimiento. [Libro]. - [s.l.] : AENOR, 2002. - Citado en el libro Ingeniería de mantenimiento. AENOR:2004, ISBN-10:84-8143-390-X.

Vallejo Jaramillo Juan Santiago y Mora Gutiérrez Luis Alberto (Director) Desarrollo, validación, contraste y pronóstico del cálculo CMD - Trabajo de fin de carrera de Ingeniería Mecánica [Libro]. - Medellín : Universidad EAFIT, 2004.

Wakefield Colin Quality assurance in maintenance - En: The South African Mechanical Engineer. [Libro]. - USA : [s.n.], 1985. - Vol. Vol 35 : pág. 68.

White E. N. Terotechnology - Physical Asset Management [Libro] = Terotechnology - Physical Asset Management / ed. Manchester. - Inglaterra : [s.n.], 1975. - Libro en Biblioteca de la Universidad EAFIT.

WIKIPEDIA@ es.wikipedia.org [En línea]. - 11 de 5 de 2015. - http://wiki/Planificaci%C3%B3n_estrat%C3%A9gica.

WIKIPEDIA@ http://es.wikipedia.org/wiki/Carretilla_p%C3%B3rtico [En línea]. - 8 de 6 de 2015. - «Zeichnung-VanCarrier» de German Wikipedia user Tom Tom. Disponible bajo la licencia CC BY-SA 3.0 vía Wikimedia Commons - <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zeichnung-VanCarrier.jpg#/media/File:Zeichnung-VanCarrier.jpg>.

7 GLOSARIO – ÍNDICE ALFABÉTICO

A

abastecimiento, 28, 29
Abastecimiento, 29
ABC, 28
Acciones, 42, 44
actividad, 20, 26, 27
AIC, 16, 50, 81, 86, 101, 102, 117, 120, 121
almacén, 29
Análisis de fallas, 138
ANÁLISIS ESTRATEGICO, 16
ASAF, 16, 49, 81, 82, 83, 86, 97, 98, 100, 117, 121

B

BASES, 16, 19

C

CARACTERIZACIÓN, 16, 51
CMD, 19, 44, 50, 51, 125, 134, 138
COMPAS, 13, 81, 82, 86, 98, 100, 113, 129
CONCLUSIONES, 17, 49, 80, 117, 133, 135
Costos, 33, 126, 134, 138
criterios, 28

D

Deber Ser, 28
demanda, 27, 28, 29, 130
DIE, 16, 49, 81, 82, 83, 86, 87, 97, 100, 117, 121
Disponibilidad, 44, 76

E

Empresa Portuaria, 81, 83, 117
Espejo, 104, 110, 113, 121, 123, 125
Estratégico, 13, 24, 82, 101, 108, 117, 119, 120, 121, 122, 126, 129

F

falsos problemas, 105
Frozen, 29
Futuro, 86, 105, 110, 113, 128

G

GPI, 29

H

hacer, 29

I

Información, 122, 138
Instrumental, 98, 126
inventario, 29
inventarios, 29
Inventarios, 29, 32, 83, 128, 129, 130, 138
i-RCM, 82
ítem, 29

M

Make To Order, 29
Make To Stock, 28
mantenimiento, 9, 13, 15, 16, 18, 19, 21, 23, 26, 27, 30, 33, 35, 39, 48, 49, 51, 80, 81, 82, 83, 86, 96, 97, 98, 113, 117, 122, 123, 124, 125, 126, 134, 136
Mantenimiento, 24, 42, 48, 49
Matriz Directa, 107
MIC MAC, 16, 101, 107, 120
MTF, 27, 29, 130
MTO, 27, 29, 130
MTS, 27, 28, 29, 130
MTS MTO MTF, 83, 128

O

Operativo, 98, 126

P

Plan de Compras, 27, 130
PLAN DE MEJORAS, 16, 119
Planeación, 25, 32, 35, 82, 83, 86, 112, 125, 134, 138
procesos, **27, 29, 130**
producción, 29
Producción, 42
Programa Informático, 124, 125, 126
pronósticos, 28
prospectiva, 38, 135
Proyecto prospectivo, 105
Pull, 29
Push, 28, 29, 128, 129, 130

R

RCM, 32, 81, 82, 122, 123, 125, 126, 128, 133, 138
RCM-D, 82
referencias, 28
RRHH, 122, 126, 133, 138

S

sistema, 27, 29, 130

stock, 27, 28, 29, 130

T

Tático, 98, 126

trasiego, 29

trazabilidad, 83, 123

U

US Navy, 83

V

variables, 16

variables de control, 128

Variables Del Futuro o de Salida, 128

B

β eta, 126, 128